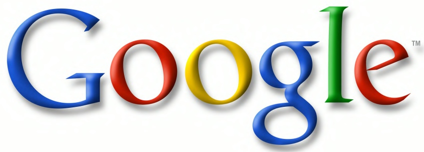





SIGILLVM ACADEMIAE HARVARDIANAE IN NOV ANG
VE RI TAS
CHRISTO ET ECCLESIAE



VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

Entered April 15, 1878

VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

Afdeeling NATUURKUNDE.

TWEEDE REEKS.

ELFDE DEEL.

AMSTERDAM,
C. G. VAN DER POST.
1877.

GEDRUKT BIJ DE ROEVER-KRÖBER-BAKELS.

INHOUD

VAN HET

ELFDE DEEL

TWEEDE REEKS.

VERSLAGEN.

MEDEDEELINGEN.

SUR LES ESPÈCES

CONFONDUES SOUS LES NOMS DE

CHRYSOPHRYS HASTA, BERDA, CALAMARA ET SCHLEGELI.

PAR

P. BLEEKER.

Les espèces de Sparus (=Chrysophrys, Pagrus et Pagellus Cuv. Val.) *) décrites sous les noms de Chrysophrys hasta, berda, calamara, datnia et Schlegelii ont besoin d'être mieux reconnues et mieux établies. Les tentatives, faites pour reduire ces espèces à leur véritable valeur ne peuvent pas être dites avoir trop bien réussies. Les descriptions et les figures de ces formes étant presque toutes insuffisantes il reste un peu difficile d'établir rigoureusement leur synonymie.

Dans cette notice il s'agit de bien établir les trois espèces, que je décris ici sous les noms de Sparus Schlegeli, de Sparus datnia et de Sparus hasta, espèces fort voisines l'une de l'autre et confondues entre elles et avec le Sparus berda Forsk., mais qui présentent des caractères très-nets.

Elles appartiennent au groupe du genre où les molaires sont tri- ou plurisériales, les épines de la dorsale fortes et raides, et où la seconde épine anale est notablement plus longue que la troi-

*) Le genre Chrysophys Cuv. ayant pour type la même espèce, le Sparus aurata L., que le genre Artédien Sparus, il n'y avait pas lieu de substituer le nom de Chrysophrys à celui de Sparus. Il me semble que les genres Pagrus et Pagellus ne sont pas valides et doivent être réunis avec le Sparus. Le genre Monotaxis Benn. (= Sphaerodon Rüpp.) mérite d'être conservé, non seulement à cause des molaires unisériales et des dents postsymphysiennes grêles et acérées mais aussi par la nature du dessus de la tête qui ne porte d'écailles que sur la région posttemporale,

sième. — Toutes les trois ont le dos élevé, le profil droit, et moins de soixante écailles sur une rangée longitudinale du tronc; mais elles se distinguent suffisamment par l'écaillure et par les proportions de la hauteur du corps, de la tête et de la partie libre de la queue. Les descriptions suivantes ont été prises sur les individus de mon cabinet. J'y ai ajouté la figure de chacune d'elles faite sur des individus d'une taille à peu-près égale.

Le Sparus Schlegeli se fait aisément reconnaître par les 6 ($5\frac{1}{2}$) rangées d'écailles au-dessus de la ligne latérale et par les petites écailles préoperculaires. Le datnia et le hasta n'ont que 4 rangées d'écailles au-dessus de la ligne latérale et les écailles préoperculaires plus grandes, mais dans le datnia les rangées transversales du tronc sont plus nombreuses que dans le hasta et ce dernier se distingue en outre du datnia par son corps plus trapu et par sa tête plus haute.

Sparus Schlegeli Blkr, Tab. 1.

Spar. corpore oblongo valde compresso, altitudine $2\frac{3}{4}$ circ. in ejus longitudine absque, $3\frac{1}{3}$ circ. in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $2\frac{1}{3}$ circ. in ejus altitudine; capite obtuso $3\frac{1}{3}$ circ. in longitudine corporis absque, $4\frac{1}{8}$ circ. in longitudine corporis cum pinna caudali, aeque alto ac longo; latitudine capitis 2 et paulo in ejus longitudine; fronte usque supra pupillae partem anteriorem squamata; fascia squamarum temporali parum distincta; linea rostro-dorsali capite rectiuscula, nucha convexa; oculis diametro $3\frac{2}{3}$ circ. in longitudine capitis, diametro 1 circ. distantibus; orbita antice leviter tumida; naribus posterioribus anterioribus valvula claudendis multo majoribus, orbitae approximatis, ante mediam pupillae perforatis, oblongis; rostro oculo non longiore; osse praeorbitali sub oculo oculi diametro longitudinali duplo fere humiliore; maxillis subaequalibus, superiore sub oculi dimidio anteriore desinente; dentibus utraque maxilla utroque latere, antice serie externa caninis 3 mediocribus conicis curvatis intermaxillaribus subaequalibus inframaxillari externo ceteris breviore seriebus internis

pluriseriatis parvis conico-graniformibus, lateribus inaequalibus intermaxillaribus 3- ad 4-seriatis inframaxillaribus 3-seriatis serie externa anterioribus conicis valde obtusis posterioribus graniformibus seriebus internis graniformibus postrorsum maggnitudine accrescentibus molari posteriore ovali ceteris multo latiore nullo; dentibus pharyngealibus conicis acutis, superioribus singulis ossibus anterioribus, inferioribus serie posteriore ceteris longioribus et magis curvatis; praeoperculo margine libero laeviusculo limbo alepidoto parte squamata postsuborbitali plus duplo graciliore, parte squamata medio squamis in series 8 vel 9 transversas dispositis; operculo angulo in spinam parvam desinente, medio squamis transversim 4– vel 5 seriatis; linea laterali valde curvata; cauda parte libera paulo longiore quam postice alta; squamis trunco angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis supra lineam lateralem in series 56 circ., infra lineam lateralem in series 48 ad 50 transversas dispositis; squamis 19 circ. in serie transversali basin pinnae ventralis inter et pinnam dorsalem quarum 6 ($5\frac{1}{2}$) lineam lateralem inter et spinas dorsales medias; squamis 42 circ. in serie horizontali angulum operculi inter et basin pinnae caudalis; pinna dorsali spinis validis compressis valde heteracanthis apice non flexilibus 3^a 4^a et 5^a ceteris longioribus capitis parte postpupillari non vel vix brevioribus, spina postica radio 1° breviore; dorsali radiosa dorsali spinosa paulo humiliore obtusa convexa; pectoralibus falcatis capite sat multo longioribus; ventralibus capite paulo brevioribus; anali spinis crassis 2^a validissima spina 3^a longiore et crassiore oculo duplo circ. longiore; caudali profunde emarginata lobis acutis capite paulo brevioribus; colore corpore superne viridescente singulis squamis medio macula profundiore, inferne argenteo; iride flavescente vel argentea; pinnis flavescentibus vel aurantiacis, dorsali spinosa margine superiore fuscescente (statu recentiore, corpore fasciis 6 vel 7 transversis diffusis latis fuscescentibus; praeoperculo vittulis 5 ad 8 longitudinalibus fuscis).

B. 6. D. 11/11 vel 11/12. P. 2/13. V. 1/5. A. 3/8 vel 3/9. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Chrysophrys longispinis* CV, Poiss. VI p. 85 (ex parte = specimen japonicum); Schl., Faun. Japon. Poiss. p. 68

tab. 32; Rich., Rep. ichth. Chin. Rep. 15h meet. Brit. Assoc. p. 240?

Chrysophrys Schlegeli Blkr, Verh. Bat. Gen. XXVI Nieuwe nalez. ichth. Japan p. 86 (ex parte).

Dentex hasta CV., Poiss. VI p. 189?, Günth., Cat. Fish. I p. 373?

Chrysophrys Cuvieri Day, Fish. India p. 141 tab. 34 fig. 3??

Chrysophrys berda Day, Fish. Ind. p. 140 ex parte? et tab. 34 fig. 2??

Hab. Japonia (Nagasaki); in mari.

Longitudo speciminis descripti 160‴.

Rem. Le Sparus Schlegeli se fait aisément distinguer des Sparus datnia et hasta par les six rangées longitudinales d'écailles entre la ligne latérale et les épines médianes de la dorsale, par les environ 56 rangées transversales d'écailles au-dessus de la ligne latérale, par les 8 ou 9 rangées transversales d'écailles entre le sousorbitaire et le bord libre du préopercule, et par le peu de largeur du limbe du préopercule qui mesure plus de 2 fois dans celle de sa partie squammeuse postsousorbitaire.

Cuvier et Valenciennes, dans leur article sur le Chrysophrys longispinis, qui n'est autre que le Sparus datnia, parlent d'un poisson du Japon qu'ils rapportent au longispinis, mais qui probablement est de l'espèce actuelle. Ce qui paraît plus certain, c'est que la figure du Chrysophrys longispinis dans la Faune du Japon est prise sur un individu du Schlegeli. Cette figure rend même assez exactement l'écaillure du dos et du préopercule par laquelle le Schlegeli se fait aisément reconnaître. Lorsque je publiai, il y a plus de vingt ans, la description du Chrysophrys Schlegelii, je n'avais pas encore reconnu l'importance d'une formule exacte et bien définie pour la détermination rigoureuse des espèces. Aussi cette description se rapporte en partie à des individus du Sparus datnia, que je n'avais pas alors reconnus comme tels.

Tout récemment M. Day vient d'annoncer que le poisson de Malabar, décrit par Cuvier-Valenciennes sous le nom de Dentex hasta, n'est point un Dentex mais un Chrysophrys (Sparus) et

qu'il est de l'espèce qu'il décrit et figure sous le nom de Chrysophrys Cuvieri. Je ne m'étonnerais nullement s'il fut prouvé que cette espèce est identique avec le Schlegeli. Elle n'habiterait pas alors seulement le Japon mais aussi la côte de l'Inde continentale.

Sparus datnia Blkr, Tab. 2.

Spar. corpore oblongo valde compresso, altitudine $2\frac{1}{3}$ ad $2\frac{3}{5}$ in ejus longitudine absque, 3 fere ad $3\frac{1}{5}$ in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $2\frac{1}{2}$ ad $2\frac{3}{4}$ in ejus altitudine; capite obtuso 3 ad $3\frac{2}{5}$ in longitudine corporis absque, $3\frac{4}{5}$ ad $4\frac{1}{5}$ in longitudine corporis cum pinna caudali, aeque alto ac longo; latitudine capitis 2 fere ad 2 et paulo in ejus longitudine; fronte usque supra pupillam squamata; fascia squamarum temporali bene distincta; linea rostro-dorsali capite rectiuscula, nucha convexa; oculis diametro 3 ad $3\frac{2}{3}$ in longitudine capitis, diametro $\frac{3}{4}$ ad 1 distantibus; orbita antice leviter tumida; naribus posterioribus naribus anterioribus valvula claudendis multo majoribus, orbitae approximatis, ante mediam pupillam perforatis, oblongo-rimaeformibus; rostro oculo non ad vix longiore; osse praeorbitali sub oculo oculi diametro longitudinali duplo fere ad plus duplo humiliore; maxillis subaequalibus, superiore sub oculi dimidio anteriore desinente; dentibus utraque maxilla utroque latere, antice serie externa caninis 2 vel 3 mediocribus conicis curvatis inframaxillaribus subaequalibus intermaxillari interno ceteris vulgo majore seriebus internis pluriseriatis conico-graniformibus, lateribus inaequalibus intermaxillaribus 4- seriatis inframaxillaribus 3-seriatis serie externa anterioribus conicis valde obtusis posterioribus graniformibus seriebus internis graniformibus postrorsum magnitudine accrescentibus molari posteriore ovali ceteris multo latiore nullo; dentibus pharyngealibus conicis acutis, superioribus singulis ossibus anterioribus, inferioribus serie posteriore ceteris longioribus et magis curvatis; praeoperculo margine posteriore edentulo vel scabriusculo, limbo alepidoto parte squamata postsuborbitali duplo circ. graciliore, parte squamata medio squamis in series 5 transversas dispositis; operculo angulo in spinam par-

vam desinente, medio squamis transversim 4- vel 5- seriatis; linea laterali valde curvata; cauda parte libera juvenilibus non, aetate provectioribus paulo longiore quam postice alta; squamis trunco angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis supra lineam lateralem in series 48 vel 49, infra lineam lateralem in series 42 vel 43 transversas dispositis; squamis 15 circ. in serie transversali basin pinnae ventralis inter et pinnam dorsalem quarum 4 lineam lateralem inter et spinas dorsales medias; squamis 38 circ. in serie horizontali angulum operculi inter et basin pinnae caudalis; pinna dorsali spinis validis compressis valde heteracanthis apice non flexilibus 3ª, 4ª et 5ª ceteris et capitis parte postpupillari longioribus spina postica radio 1° breviore; dorsali radiosa dorsali spinosa conspicue humiliore obtusa convexa; pectoralibus falcatis capite longioribus; ventralibus capite brevioribus; anali spinis crassis 2ª validissima spina 3ª longiore et crassiore oculo duplo ad sat multo plus duplo longiore; caudali profunde emarginata lobis acutis capite paulo brevioribus; colore corpore superne ex griseo viridi, inferne argenteo; iride flavescente vel argentea; seriebus squamarum longitudinalibus corpore superne singulis medio vittula griseo-fusca e maculis parvis contiguis vel continuis composita; pinnis flavescentibus, dorsali spinosa margine superiore fuscescente.

B. 6. D. 11/11 vel 11/12 vel 12/10 vel 12/11. P. 2/13.
V. 1/5. A. 3/8 vel 3/9. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Coius datnia* Ham. Buch., Fish. Gang. p. 88 tab. 6 fig. 29.
Chrysophrys longispinis CV., Poiss. VI p. 85 (ex parte = specim. bengalens.); Blkr, Verh. Bat. Gen. XXIV Nalez. ichth. Bengal. p. 93 (specimina spinis dorsi 12).
Chrysophrys xanthopoda et *auripes* Rich., Rep. ichth. China, Rep. 15h meet. Brit. Assoc. p. 241?
Chrysophrys hasta Günth., Cat. Fish. I p. 490, ex parte; Day, Fish. Malab. p. 29.
Chrysophrys berda, var. *calamara* Day, Fish. India tab. 35 fig. 2.

Hab. Japonia (Nagasaki), in mari (specimina spinis dorsi 11); Calcutta, in flumine Hooghly (specimina spinis dorsi 12).

Longit. 5 spec. japon.. 96‴ ad 186‴, 6 spec. bengal. 67‴ ad 125‴.

Rem. Cette espèce a en commun avec le Sparus hasta Bl. Schn. les quatre rangées d'écailles au-dessus de la ligne latérale et la même formule des écailles préoperculaires et operculaires, mais on y trouve quelques écailles de plus dans les rangées longitudinales au-dessus et au-dessous de la ligne latérale, et elle se distingue encore du hasta par le corps qui est moins trapu et par la tête qui est aussi longue que haute.

Le Sparus datnia fut le premier décrit et figuré par Hamilton Buchanan sous le nom de Cojus datnia. Le nom de hasta sous lequel il fut indiqué par M. Günther ne peut donc lui être appliqué et ne convient qu'au Sparus berda CV. (nec Rüpp.) et qu'au Chrysophrys calamara CV. qui sont spécifiquement identiques avec le Sparus hasta de Bloch Schneider.

Les individus du Sparus datnia vus par Hamilton Buchanan paraissent tous avoir eu douze épines dorsales.

Cuvier et Valenciennes citent le même nombre d'épines d'une daurade du Bengale qu'ils décrivent sous le nom de Chrysophrys longispinis et dans lequel ils ne reconnurent pas le Cojus datnia Ham. Buch.

J'ai examiné la même espèce dans six individus du Bengale de 67‴ jusqu'à 125‴ de long, tous aussi à 12 épines dorsales. Je possède encore trois de ces six individus et en tant qu'ils permettent encore d'y compter les écailles je trouve leur formule tout à fait correspondante à celle des individus décrits ci-dessus qui toutes ont la dorsale soutenue par 11 épines seulement.

L'examen de quelques poissons du Japon, conservés dans mon cabinet sous le nom de Chrysophrys Schlegeli, vient de prouver qu'ils appartiennent à deux espèces bien distinctes, dont l'une n'est autre que le Sparus datnia et l'autre celle dont M. Schlegel a publié une figure sous le nom de Chrysophrys longispinis.

Les individus du British Museum à 12 épines cités par M. Günther dans son article Chrysophrys hasta (Cat. Fish. I p. 490) sont manifestement des Cojus datnia et la révision des individus à 11 épines dorsales, cités dans le même article, y fera probablement aussi découvrir quelques uns de la même espèce.

Dans les Fische du Voyage du Novara (p. 88) il est fait quelques observations par rapport à des individus de Java et de Manilla, considérés comme des Chrysophrys hasta Günth., mais qui pourraient bien appartenir en partie au Sparus datnia et en partie au Sparus hasta, question que ne pourra être resolue que par l'examen nouveau des spécimens conservés à Vienne.

Le Chrysophrys hasta décrit par M. Day dans ses Fishes of Malabar (p. 29) n'est pas trop bien reconnaissable mais ne représente probablement que le Sparus datnia.

On doit à M. Day des recherches plus récentes encore par rapport aux espèces en litige et il en a déposé les résultats dans ses Fishes of India (p. 140). M. Day rétablit le nom spécifique de datnia pour l'espèce actuelle. La description de son Chrysophrys datnia y va parfaitement, et la figure (tab. 34 fig. 1) en représente un individu à douze épines dorsales mais ne rend pas exactement le nombre des rangées transversales d'écailles au-dessus de la ligne latérale, qui n'y sont pas assez nombreuses. Je retrouve encore l'espèce actuelle dans la figure que M. Day a publiée, dans le même ouvrage, sous le nom de Chrysophrys berda var calamara (tab. 35 fig. 2). Cette figure, si elle est exacte, rend parfaitement les formules des écailles et les proportions de la hauteur du corps, de la tête et de la queue du Sparus datnia et ne peut pas avoir été prise sur un hasta. Il est donc à présumer que M. Day, dans sa description du Chrysophrys berda (p. 140) ait confondu les deux espèces, et même une troisième si la figure de son Chrysophrys berda (tab. 34 fig. 2) est exacte, cette figure ne pouvant été être prise ni sur un hasta ni sur un datnia à cause tant des 5 rangées longitudinales d'écailles entre la ligne latérale et les épines dorsales médianes que des petites écailles operculaires. Le type de cette figure mérite d'être comparé avec le Chrysophrys vagus Pet, dont la figure présente une même physionomie, une tache operculaire foncée et 5 rangées d'écailles au-dessus de la ligne latérale. *)

---

*) Je ne retrouve pas le Sparus vagus (Chrysophrys vagus Pet.) Monatsb. k. pr. Ak. 1852 p. 681 et Naturwiss. Reise Mossamb. Flussfisch. p. 17 tab. 2 fig. 1)

Le cercle de distribution géographique du Sparus datnia comprend les côtes du Bengale, de Madras, de Chine et de l'île Kiousiou du Japon. L'espèce est dite habiter aussi les côtes de Java et des Philippines, mais je ne l'ai jamais trouvée moi-même dans l'Insulinde, tous mes individus provenant de Bengale et du Japon.

Quant aux Chrysophrys xanthopoda et auripes Rich., il semble que ce sont des Sparus datnia. M. Günther en ayant examiné les types dans le British Museum les énumère parmi les "eastern specimens" à onze épines dorsales de son Chrysophrys hasta.

Sparus hasta Bl.Schn., Syst. p. 275; Blkr, Atl. ichth. Tab. 345 Perc. tab. 67 fig. 3. — Tab. 3.

Spar. corpore oblongo valde compresso, altitudime 2 ad $2\frac{1}{8}$ in ejus longitudine absque, $2\frac{3}{5}$ ad $2\frac{3}{4}$ in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $2\frac{1}{2}$ ad $2\frac{3}{4}$ in ejus altitudine; capite obtuso vix plus quam 3 ad $3\frac{1}{5}$ in longitudine corporis absque, 4 fere ad 4 in longitudine corporis cum pinna caudali paulo altiore quam longo; latitudine capitis $1\frac{2}{3}$ ad $1\frac{3}{4}$ in ejus longitudine; fronte usque supra pupillae partem anteriorem squamata; fascia squamarum temporali parum distincta; linea rostro-dorsali capite rectiuscula, nucha convexa; oculis diametro $3\frac{1}{3}$ ad 4 circ. in longitudine capitis, diametro 1 fere ad $1\frac{1}{3}$ distantibus; orbita antice leviter tumida; naribus posterioribus naribus anterioribus valvula claudendis multo majoribus, orbitae approximatis, ante pupillae partem inferiorem perforatis, rimaeformibus; rostro oculo non ad non multo longiore; osse praeorbitali sub oculo oculi diametro longitudinali multo ad duplo circ. humiliore; maxillis subaequalibus, superiore sub oculi dimidio anteriore desinente; dentibus utraque maxilla utroque latere, antice serie externa

---

dans le Catalogue of Fishes. L'espèce est manifestement fort voisine du Sparus datnia, mais la figure, qui a l'air d'être fort exacte, montre 5 rangées d'écailles au-dessus de la ligne latérale, et la description parle de dents mandibulaires bisériales et de dents intermaxillaires trisérialos. Le vagus paraît se distinguer encore par un rayon de plus à l'anale, par la seconde épine anale moins longue et par la tache noirâtre au haut de l'opercule.

caninis 2 vel 3 mediocribus conicis curvatis interno ceteris vulgo majore seriebus internis pluriseriatis parvis graniformibus, lateribus inaequalibus intermaxillaribus 3-ad 5-seriatis inframaxillaribus 2- vel 3 seriatis serie externa juvenilibus conicis valde obtusis aetate provectis graniformibus seriebus internis graniformibus postrorsum latitudine accrescentibus molari posteriore ovali ceteris multo latiore nullo; dentibus pharyngealibus conicis acutis, superioribus singulis ossibus anterioribus, inferioribus serie posteriore ceteris longioribus et magis curvatis; praeoperculo limbo alepidoto parte squamata postsuborbitali duplo circ. graciliore, parte squamata medio squamis in series 5 transversas dispositis; operculo angulo in spinam parvam desinente, medio squamis transversim 5-vel 6-seriatis; linea laterali valde curvata; cauda parte libera non longiore quam postice alta; squamis trunco angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis supra lineam lateralen in series 41 vel 42, infra lineam lateralen in series 38 vel 39 transversas dispositis: squamis 15 circ. in serie transversali basin pinnae ventralis inter et pinnam dorsalem quarum 4 lineam lateralem inter et spinas dorsales medias; squamis 35 circ. in serie horizontali angulum operculi posteriorem inter et basin pinnae caudalis; pinna dorsali spinis validis compressis valde heteracanthis apice non flexilibus 4ª 5ª et 6ª ceteris longioribus capitis parte postpupillari paulo ad non brevioribus, spina postica radio 1º breviore; dorsali radiosa dorsali spinosa paulo humiliore obtusa convexa; pectoralibus falcatis capite sat multo longioribus; ventralibus acutis capite paulo brevioribus; anali spinis crassis 2ª validissima spina 3ª longiore et multo crassiore oculo plus duplo sed minus triplo longiore; caudali profunde emarginata lobis juvenilibus acutiusculis aetate provectis obtusis vel obtusiusculis capite vix ad sat multo brevioribus; colore corpore superne ex griseo viridi basi squamarum vulgo profundiore, inferne argenteo; iride flavescente vel argentea; pinnis flavis vel flavescentibus vel dilute aurantiacis, verticalibus fusco plus minusve arenatis, dorsali spinosa, anali et caudali fusco vel nigricante marginatis, ventralibus apice frequenter fuscis.

B. 6. D. 11/11 vel 11/12. P. 2/13 vel 2/14. V. 1/5. A. 3/8; rarius 3/9 vel 3/10. C. 1/15/1. et lat. brev.

Syn. *Calamara* Russ., Fish. Corom. I. p. 73 fig. 92.
Chrysophrys calamara CV., Poiss. VI p. 85: Cant., Catal. Mal. Fish. p. 48; Blkr, Verh. Bat. Gen. XXIII Spar. p. 10.; Günth., Cat. Fish. I p. 493; an et Day, Fish. Malab. p. 30?
Chrysophrys berda CV., Poiss. VI p. 83; Rich., Rep. ichth. China in Rep. 15^{h} meet. Brit. Assoc. p. 240; Blkr, Topogr. Batav. Nat. Gen. Arch. N. Ind. II p. 522; Verh. Bat. Gen. XXII Ichth. Madura p. 4; Day, Fish. India p. 140 ex parte (nec Rüpp.)
Chrysophrys hasta Günth., Cat. Fish. I p. 490 ex parte.
Okeh, Kapas, Bekukung Mal.; *Katombol* Javan.
Hab. Sumatra (Benculen); Pinang; Singapura; Bintang (Rio); Java (Batavia, Samarang, Surabaya, Tjilatjap); Madura (Kammal, Sampang); Bali (Djembrana, Boleling); Celebes (Macassar); in mari,
Longitudo 17 speciminum 140''' ad 322'''.

Rem Cette espèce est la plus voisine du Sparus datnia, mais elle est encore bien distincte. Dans tous mes individus du datnia le corps est moins trapu, la tige de la queue plus longue que haute et la tête pas plus haute que longue. Un caractère différentiel plus essentiel cependant se trouve dans la formule des écailles. Dans le datnia je compte 48 ou 49 rangées transversales d'écailes au-dessus et 42 ou 43 au-dessous de la ligne latérale et le nombre des écailles sur une rangée horizontale sur le milieu des flancs y va à 38. Les écailles, dans le hasta, dans toutes les rangées longitudinales du tronc, sont donc moins nombreuses et ce caractère est constant pour tous les individus de mon cabinet.

Le Sparus hasta fut introduit dans la science dans le Systema de Bloch, mais la description qu'il y est donnée ne permet pas de décider si l'auteur a eu sous les yeux l'espèce actuelle ou bien le datnia ou le Schlegeli; mais Valenciennes ayant examiné l'individu type de Bloch le déclare spécifiquement identique avec le Chrysophrys berda CV. Ce berda cependant n'est pas le Sparus berda Forsk. ou le Chrysophrys berda Rüpp., espèce imparfaitement connue, mais qui, à en

juger d'après la figure publiée par Rüppell, a six ou sept rangées longitudinales entre la ligne latérale et les épines médianes de la dorsale et les écailles sur les rangées transversales en général plus nombreuses.

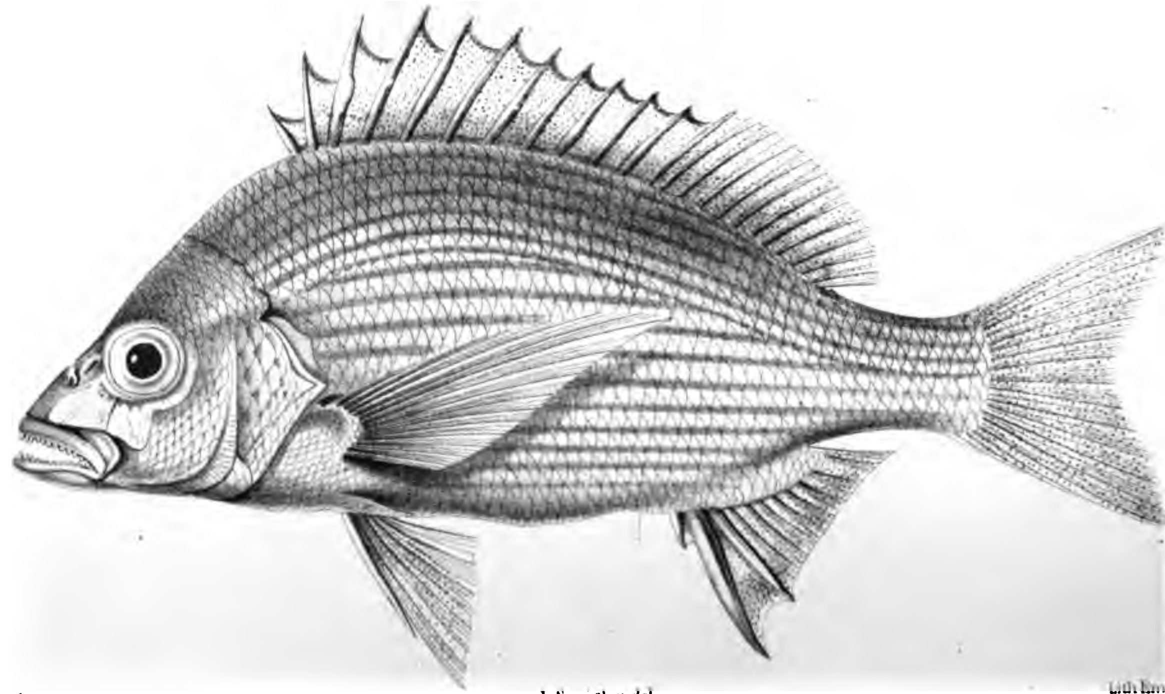
Le berda de Cuvier-Valenciennes est donc le hasta de Bl. Schn. C'est probablement aussi la même espèce dont Russell a publié une figure sous le nom de calamara et qui se trouve dans la grande Histoire naturelle des Poissons sous le nom de Chrysophrys calamara, espèce que j'ai reproduite autrefois sous la même dénomination.

Le Chrysophrys hasta Günth. me paraît une espèce composée, qui comprend le hasta, le datnia et le Schlegeli. Des individus assez nombreux que M. Günther a eus sous les yeux, ceux qu'il place sous le chef „western specimens with 11 dorsal spines" pourraient bien appartenir, en partie au moins, à l'espèce actuelle. Je ne doute point qu'une révision de tous les individus du Chrysophrys hasta Günth. du British Museum, en y appliquant la méthode de compter les écailles exposée dans cette notice, y fasse reconnaître les trois espèces qui font le sujet de cet article.

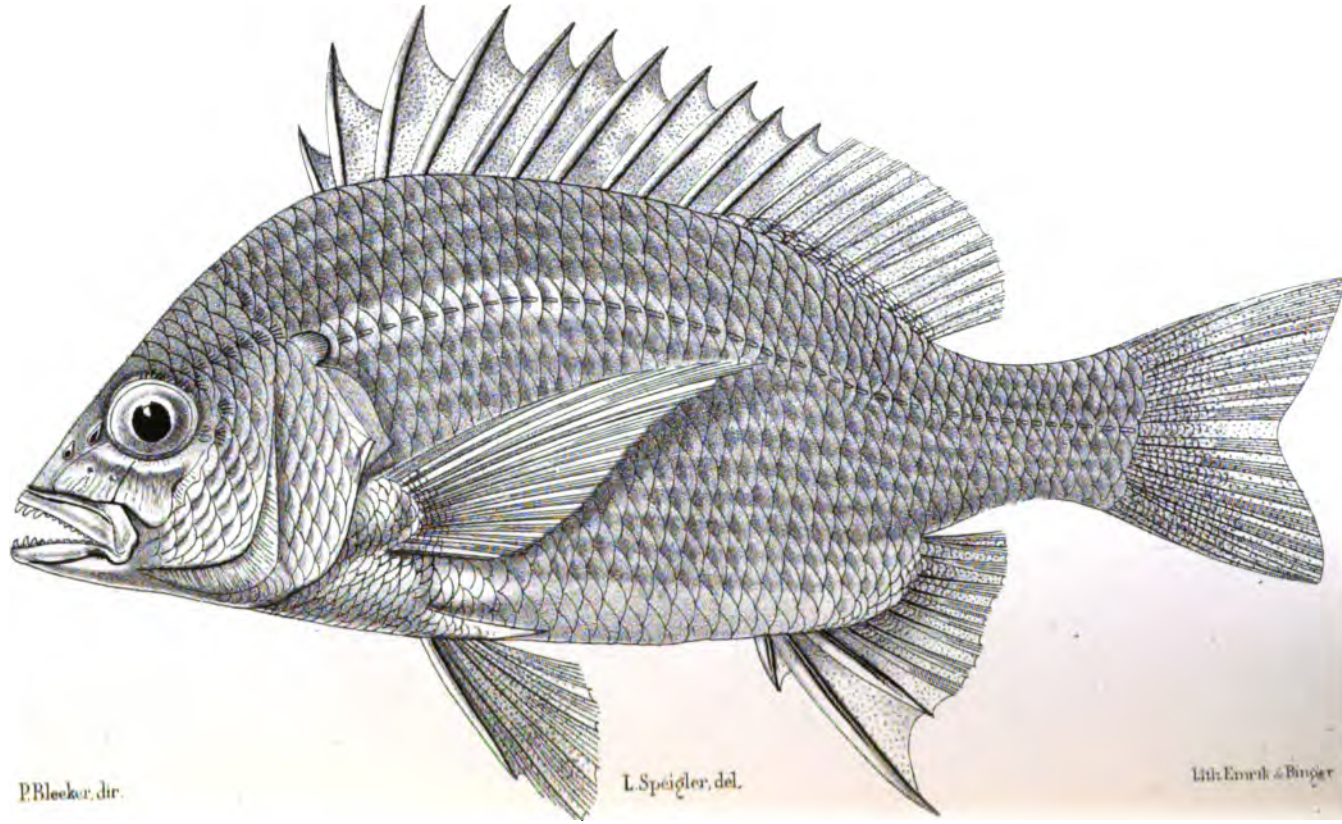
Après M. Günther je ne retrouve le hasta que dans les ouvrages de M. Day. Son calamara des Fishes of Malabar est probablement le hasta, et dans ses Fishes of India le hasta me paraît confondu avec le datnia ou le longispinis.

Si la synonomie du hasta, telle que je viens de la présenter, soit prouvée être juste, l'espèce n'aurait été trouvée jusqu'ici, hors l'Insulinde, que sur les côtes de l'Inde continentale.

La Haye, Septembre 1875.



P. Bleeker, dir. L. Speigler, del. Lith. Emrik & Binger.

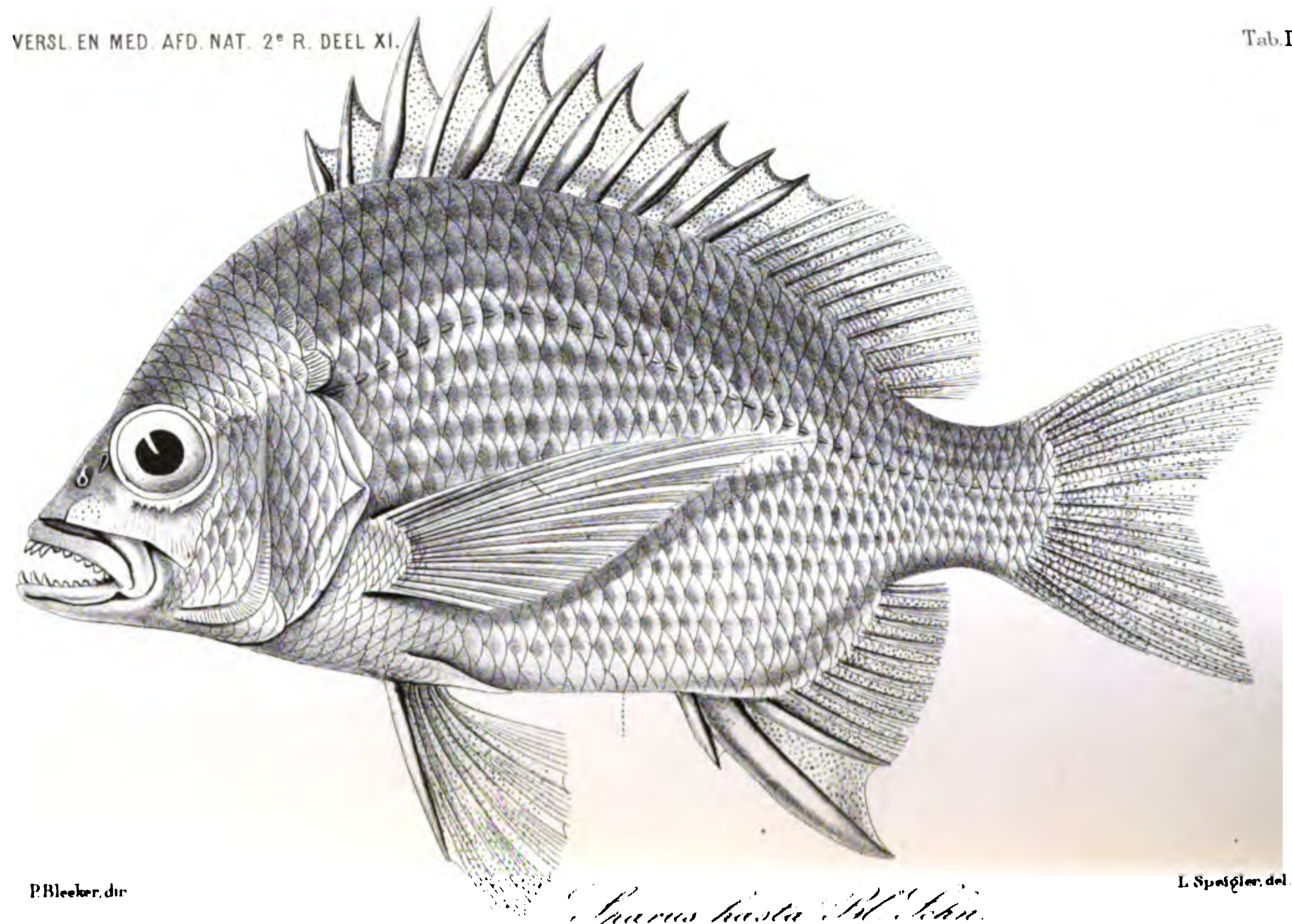


P. Bleeker, dir.

L. Speigler, del.

Lith. Emrik & Binger

Sparus datnia Blkr.



P. Bleeker. dir. L. Speigler. del.

Sparus hasta Bl. Schn.

RÉVISION

DES ESPÈCES INSULINDIENNES DE LA SOUSFAMILLE DES

ELEOTRIFORMES. *)

PAR

P. BLEEKER.

Les Eleotriformes sont des Gobioïdes à deux nageoires dorsales distinctes libres ou réunies seulement par la base, et à ventrales complètement séparées et rapprochées de la ligne médiane du ventre,

L'Insulinde est connue nourrir les espèces suivantes.

1. Bostrychus sinensis Lac. = Philypnus ocellicauda et sinensis Rich. = Philypnus ophicephalus Blkr.
2. Odonteleotris canina Blkr = Eleotris canina Blkr.
3. Eleotris gyrinoides Blkr.
4. Oxyeleotris marmorata Blkr = Eleotris marmorata Blkr.
5. 〃 urophthalmus Blkr = Eleotris urophthalmus Blkr.
6. 〃 urophthalmoides Blkr = Eleotris urophthalmoides Blkr.
7. Ophiocara ophiocephalus Gill = Eleotris ophicephalus K. V. H. = Eleotris viridis Blkr.
8. 〃 porocephalus Blkr = Eleotris porocephala Val. = El. porocephaloides Blkr.
9. 〃 aporus Blkr = Eleotris aporos Blkr.
10. 〃 Hoedti Blkr = Eleotris Hoedti et Tolsoni Blkr.

*) Mémoire présenté à l'Académie des Sciences le 14 Octobre 1875.

11. Pogoneleotris heterolepis Blkr = Eleotris heterolepis Günth.
12. Culius fuscus Blkr = Eleotris nigra QG. = Culius niger, Eleotris melanurus et brachyurus, Culius niger et pseudacanthopomus Blkr.
13. " melanosoma Blkr = Eleotris melanosoma, Culius acanthopomus Blkr.
14. " macrocephalus Blkr.
15. " oxycephalus Blkr = Eleotris oxycephala Schl.
16. " insulindicus Blkr.
17. " macrolepis Blkr.
18. Belobranchus Quoyi Blkr = Belobranchus taeniopterus Blkr.
19. Odontobutis obscura Blkr = Eleotris obscura Schl.
20. Butis prismaticus Blkr = Eleotris prismatica Blkr.
21. " butis Blkr = Eleotris humeralis CV. = Eleotris butis Cant. = Butis melanopterus Blkr.
22. " amboinensis Blkr = Eleotris amboinensis Blkr.
23. " melanostigma Blkr = Eleotris melanostigma et Wolffi Blkr.
24. " gymnopomus Blkr = Eleotris gymnopomus Blkr.
25. Prionobutis koilomatodon Blkr = Eleotris koilomatodon Blkr = Eleotris caperatus Cant.
26. " dasyrhynchus Blkr = Eleotris dasyrhynchus Günth.
27. Asterropteryx leuciscus Blkr = Eleotris leuciscus Blkr.
28. " taenionotopterus Blkr = Eleotris et Eleotriodes taenionotopterus Blkr.
29. " modestus Blkr = Eleotris cyprinoides Blkr ol. (nec Val. nec Günth.).
30. Brachyeleotris cyanostigma Blkr = Eleotris et Eleotrioides cyanostigma Blkr.
31. " ensifera Blkr.
32. Valenciennesia strigata Blkr = Eleotris strigata Bl. Schn. = Eleotrioides strigatus Blkr.
33. " Helsdingenii Blkr = Eleotriodes Helsdingenii Blkr.
34. " longipinnis Blkr = Eleotris longipinnis Benn.
35. " muralis Blkr = Eleotris muralis QG. = Eleotriodes muralis Blkr.

36. Valenciennesia sexguttata Blkr = Eleotris sexguttata CV. = Eleotriodes sexguttatus Blkr.
37. Amblyeleotris periophthalmus Blkr = Eleotris et Eleotriodes periophthalmus Blkr.
38. Ptereleotris microlepis Gill = Eleotris et Eleotriodes microlepis Blkr.
39. 〃 heteropterus Blkr = Eleotris et Eleotriodes heteropterus Blkr.
40. Orthostomus amblyopinus Kner.
41. Oxymetopon typus Blkr.

Phalanx ELEOTRINI.

Eleotriformes corpore subelongato vel elongato antice cylindraceo; capite non compresso, depresso, latiore quam alto vel aeque lato ac alto; dentibus intermaxillaribus pluriseriatis; pinnis, dorsali radiosa et anali non elongatis radiis 7 ad 15, caudali obtusa. B. 6.

Subphalanx *Philypni.*

Eleotrini dentibus vomerinis; dentibus maxillis pluriseriatis, caninis nullis.

BOSTRYCHUS Lac. = Bostrictis, Ictiopogon Raf. = Bostrichthys Gill.

Corpus subelongatum antice cylindraceum, capite depresso convexo superne lateribusque squamis valde parvis (plus quam 100 in serie longitudinali) cycloideis. Dentes palatini et linguales nulli; vomerini et maxillis pluriseriati parvi; canini nulli. Aperturae branchiales isthmo lato separatae. Pinnae dorsales distantes. D. 6—1/10 ad 6—1/12. A. 1/8 vel 1/9.

Rem. On connaît actuellement trois types génériques d'Eleotrini à dents vomériennes, sav. les genres Philypnus Val., Bos-

trychus Lac. et Philypnodon Blkr. Le dernier est fort distinct par la présence de dents palatines et linguales, par les dents intermaxillaires qui sont plus longues que les mandibulaires, par la tête dénuée d'écailles, par les grandes écailles cténoïdes du tronc, etc. Le genre Philypnus Val. est plus voisin du Bostrychus, mais ses espèces ont les écailles du tronc cténoïdes et beaucoup plus grandes, au nombre de 55 à 66 seulement sur une rangée longitudinale.

Bostrychus sinensis Lac., Poiss. III p. 141 tab. 14 fig. 2.

Bostrych. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine $7\frac{1}{3}$ ad $8\frac{1}{2}$ in ejus longitudine; capite acuto depresso $4\frac{1}{5}$ ad $4\frac{1}{3}$ in longitudine corporis: altitudine capitis 2 circ., latitudine capitis $1\frac{3}{4}$ circ. in ejus longitudine; linea rostro-frontali supra oculos rectiuscula vel concaviuscula; oculis diametro 6 circ. in longitudine capitis, diametris 2 circ. distantibus; rostro acuto squamato oculo non ad paulo longiore, apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus margini rostri approximatis tubulo gracili sat longo perforatis; maxilla superiore maxilla inferiore paulo ad non breviore sub oculi margine posteriore desinente; dentibus vomerinis conicis obtusiusculis in thurmam semiovalem dispositis; dentibus maxillis conicis acutis parvis pluriseriatis subaequalibus; squamis capite minimis, trunco valde parvis plus quam 100 in serie longitudinali, 30 circ. in serie transversali initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; appendice anali compressa oblonga quadrata; pinna dorsali anteriore obtusa corpore duplo circ. humiliore, spinis 5ª et 6ª quam anterioribus magis distantibus; pinna dorsali posteriore dorsali anteriore multo longiore et altiore corpore humiliore; pectoralibus obtusis capitis parte postoculari vix vel non longioribus; ventralibus pectoralibus non ad paulo brevioribus; anali dorsali radiosa paulo breviore et humiliore; caudali obtuse rotundata capite absque rostro vix breviore; colore corpore superne viridi lateribus et inferne flavescente; iride aureo-viridi; dorso lateribusque maculis oblongis et vittulis transversis violaceo-viridibus sat numerosis lineam ventralem non

attingentibus; pinnis flavescentibus, dorsalibus et anali vittulis longitudinalibus, ceteris vittulis transversis fuscescentibus; caudali basi superne ocello nigro-fusco aurantiaco annulato.

B. 6. D. 6—1/10 vel 6—1/11. P. 16 vel 17. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 14 et lat. brev.

Syn. *Philypnus ocellicauda* Rich., Zool. Voy. Sulph. Fish. p. 58, 149 tab. 56 fig. 15, 16.

Philypnus sinensis Rich., Rep. ichth. Chin. in Rep. 15h meet. Brit. Assoc. p. 210.

Philypnus ophicephalus Blkr, V. Bat. Gen. XXII Gob. p. 20.

Bostrichthys sinensis Gill, Proc. Ac. nat. sc. Phil. 1860 p. 25.

Eleotris sinensis Günth., Cat. Fish. III p. 127.

Koto-tjino Javan.

Hab. Java (Surabaya); Bintang (Rio); Singapura; in mari et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 6 speciminum 71‴ ad 111‴.

Rem. Cette espèce est jusqu'ici la seule connue du genre. Mes individus proviennent des trois localités citées et je n'en ai jamais reçu d'autres de l'Insulinde. Elle habite aussi les côtes de Chine et les eaux douces ou saumâtres de l'Inde continentale et de l'île d'Oualan.

Subphalanx *Eleotrii.*

Eleotrini palato edentulo, capite superne cristis osseis nudis vel scabris nullis.

Odontelectris Gill.

Corpus subelongatum antice cylindraceum, capite depresso superne lateribusque dense squamato nullibi spinigero. Squamae trunco cycloideae parvae (80 ad 100 circ. in serie longitudinali). Dentes maxillis pluriseriati anteriores 2 ad 4 canini curvati, ceteri intermaxillares parvi subaequales inframaxillares posteriores serie interna ceteris longiores. Maxilla inferior prominens. Rictus magnus obliquus. Aperturae branchiales isthmo

lato separatae. Pinnae dorsales distantes. D. 6—1/9 ad 6—1/11. A. 1/8 vel 1/9.

Rem. On ne connaît jusqu'ici de ce genre que l'Odonteleotris macrodon Gill (Eleotris macrodon Blkr) du Bengale et une espèce insulindienne l'Odonteleotris canina, dont les principaux caractères se résument comme suit.

I. Yeux $4\frac{1}{2}$ à 5 fois dans la longueur de la tête. Isthme interoculaire de la largeur de l'oeil. Environ 80 écailles sur une rangée longitudinale. Deux canines intermaxillaires.

1. *Odonteleotris canina* Blkr

Odonteleotris canina Blkr, Not. Eleotr. Arch. néerl. sc. X p. 104.

Odontel. corpore elongato antici cylindraceo postice compresso, altitudine 6 circ. in ejus longitudine; capite acuto depresso 4 et paulo in longitudine corporis: altitudine capitis 2 circ., latitudine capitis $1\frac{1}{2}$ circ. in ejus longitudine; linea rostro-frontali rostro convexa fronte rectiuscula; oculis diametro $4\frac{1}{2}$ ad 5 fere in longitudine capitis, diametro 1 fere ad vix plus quam 1 distantibus; rostro acuto convexo apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis in tubulo brevi perforatis; maxilla superiore inferiore breviore sub medio oculo desinente; dentibus maxillis pauciseriatis acutis curvatis, intermaxillaribus serie externa distantibus; caninis magnis curvatis erectis ante series dentium minorum insertis intermaxillaribus utroque latere 1, inframaxillaribus utroque latere 2; squamis capite minimis, trunco parvis 80 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 20 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem secundam; appendice anali compressa oblongo-quadrata; pinna dorsali anteriore corpore humiliore; dorsali 2ª dorsali 1ª paulo altiore obtusa antice quam postice humiliore; pectoralibus obtuse rotundatis capitis parte postoculari paulo longioribus; ventralibus

pectoralibus non brevioribus; anali dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata capite absque rostro non vel vix breviore; colore corpore superne viridi, inferne flavescente; pinnis roseis vel flavescentibus?

B. 6. D. 6—1/10. P. 15. V. 1/5. A. 1/9. C. 14 et lat. brev.

Syn. *Eleotris canina* Blkr, Verh. Bat. Gen. XXII Gob. p. 20; Günth., Cat. Fish. III p. 124.

Hab. Java et Madura in Freto Madurae prope Surabayam et Kammal.

Longitudo 3 speciminum 45‴ ad 63‴.

Rem. Je ne possède de cette espèce que les trois individus plus ou moins décolorés que je trouvai a Sourabaya lors de mon séjour à cette capitale en l'an 1848. Elle se fait aisément distinguer de l'Odonteleotris macrodon Gill par la dentition et par ses yeux beaucoup plus grands et beaucoup plus rapprochés l'un de l'autre.

Eleotris Gron. = Gobiomoroides Lac.

Corpus subelongatum vel elongatum antice cylindraceum. Caput acutum depressum, superne lateribusque dense squamatum nullibi spinigerum. Squamae trunco ctenoideae 60 circ. in serie longitudinali. Dentes utraque maxilla multiseriati parvi aequales, longiores vel canini nulli. Rictus obliquus. Maxilla inferior prominens. Aperturae branchiales isthmo mediocri separatae. D. 6—1/8 ad 6—1/10. A. 1/7 ad 1/9.

Rem. La seule espèce insulindienne du genre Eleotris Gron. proprement dit est fort voisine de ses congénères américaines et africaines, dont cependant elle se fait reconnaître par les caractères suivants.

I. Hauteur du corps environ 6 fois, longueur de la tête environ 4 fois dans la longueur totale. Yeux distants d'un diamètre. D. 6—1/8 ou 6—1/9. A. 1/8 ou 1/9. Seconde dorsale notablement plus haute que la première.

1. *Eleotris gyrinoides* Blkr

Eleotris gyrinoides Blkr, Diagn. n. vischs. Sumatra, Nat T. Ned. Ind. IV p. 272; Günth., Cat. Fish. III p. 123.

Eleotr. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso altitudine $5\frac{3}{4}$ ad 6 in ejus longitudine; capite acuto depresso 4 circ. in longitudine corporis; altitudine capitis 2 fere ad 2-, latitudine capitis $1\frac{1}{2}$ ad $1\frac{3}{5}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali supra oculos concaviuscula; oculis diametro 5 ad $5\frac{1}{2}$ in longitudine capitis, diametro 1 ad 1 et paulo distantibus; rostro acuto alepidoto oculo breviore, apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus brevissime tubulatis; maxilla superiore inferiore paulo breviore sub oculi dimidio posteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis minimis aequalibus; sulco oculo-supra-operculari valde conspicuo; genis sulcis 2 vel 3 longitudinalibus bene conspicuis; squamis capite, nucha ventreque cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis capite superne usque ante medios oculos descendentibus; squamis praeoperculo minimis et parvis irregularibus squamis opercularibus minoribus; squamis 40 circ. in serie longitudinali rostrum inter et pinnam dorsalem anteriorem, 60 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 16 circ. in serie transversa dorsalem radiosam inter et initium pinnae analis; squamis mediis lateribus squamis caudalibus paulo majoribus; appendice anali compressa oblonga truncata; pinna dorsali anteriore obtusa corpore duplo vel plus duplo humiliore spina 3ª ceteris longiore; dorsali posteriore et anali obtusis rotundatis subaequalibus dorsali anteriore altioribus sed corpore humilioribus; pectoralibus basi dense squamatis obtusiuscule rotundatis capite absque rostro non ad vix longioribus; ventralibus capitis parte postoculari non longioribus; caudali obtuse rotundata capite paulo breviore; colore corpore superne nigricante-viridi vel profunde olivaceo, inferne viridescente-aurantiaco, basi squamarum profundiore; iride viridi; pinnis aurantiacis, radiis maculis pluribus parvis fuscescentibus dorsalibus et anali series longitudinales pinnis ceteris series transversas efficientibus; pectoralibus basi macula irregulari nigricante vel fusca rubro limbata.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 18 vel 19. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 6/14/6 vel 5/14/6.

Hab. Sumatra (Benculen, Priaman); Celebes (Sawangan); in fluviis et aquis fluvio-marinis.
Longitudo 3 speciminum 136''' ad 161'''.

OXYELEOTRIS Blkr

Corpus subelongatum vel elongatum antice cylindraceum. Caput acutum depressum superne lateribusque dense squamatum, nullibi spinigerum. Squamae trunco ctenoideae 60 ad 90 in serie longitudinali. Dentes utraque maxilla pauciseriati, intermaxillares serie externa longiores, inframaxillares anteriores serie externa posteriores serie interna conspicue longiores, canini veri nulli. Maxilla inferior prominens. Rictus obliquus. Aperturae branchiales isthmo mediocri separatae. D. 6—1/8 ad 6—1/10. A. 1/8 vel 1/9.

Rem. Le genre Oxyeleotris tient le milieu entre les genres Ophiocara Gill en Guavina Blkr, et se distingue, du dernier par sa dentition et par la formule des nageoires dorsales et des écailles, et du premier surtout par la petitesse des écailles de la tête et du tronc. J'en possède trois espèces, qui toutes habitent les eaux douces des grandes îles de la Sonde, et dont les caractères se font nettement tracer comme suit.

I. D. 6—1/9 ou 6—1/10. A. 1/8 ou 1/9.

1. 85 à 90 écailles sur une rangée longitudinale.

a. Corps à taches irrégulières et à bandes transversales roses ou oranges. Caudale sans ocelle noir.

1. *Oxyeleotris marmorata* Blkr.

b. Corps sans taches ni bandes. Base de la caudale à ocelle noir cerclé de rouge.

2. *Oxyeleotris urophthalmus* Blkr.

2. 65 à 70 écailles sur une rangée longitudinale. Base de la caudale à ocelle noir cerclé de rouge. Corps à bandelettes longitudinales brunes.

3. *Oxyeleotris urophthalmoides* Blkr.

Oxyeleotris marmorata Blkr, Syst. Gob., Arch. néerl. sc. nat. IX p. 303.

Oxyeleotr. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine $5\frac{1}{2}$ ad 6 in ejus longitudine; capite acuto depresso $3\frac{1}{3}$ ad 4 in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{3}{4}$ ad 2-, latitudine capitis $1\frac{1}{2}$ ad $1\frac{3}{5}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali rostro convexa, supra oculos concaviuscula; oculis diametro 7 ad 9 in longitudine capitis, diametro $1\frac{1}{2}$ ad $2\frac{1}{2}$ distantibus; rostro acuto superne postice squamato, apice ante oculi partem superiorem sito; poro utroque latere plus minusve conspicuo ante et prope nares posteriores; maxilla superiore inferiore breviore, sub oculi dimidio vel margine posteriore desinente; maxillis dentibus pluriseriatis acutis, intermaxillaribus serie externa ceteris conspicue longioribus subaequalibus, inframaxillaribus anterioribus serie externa posterioribus serie interna ceteris longioribus inaequalibus ex parte subcaninoideis; maxilla superiore dentibus insuper 2 ad 4 postsymphysialibus dentibus serie externa non minoribus; sulco oculo-supraoperculari bene conspicuo; genis sulcis vel sulculis 2 vel 3 ab oculo oblique postrorsum descendentibus et insuper sulcis 2 longitudinalibus distantibus sulcis 2 verticalibus distantibus unitis, omnibus aetate juvenili minus vel vix conspicuis; squamis capite, nucha et ventre cyloideis lateribus caudaque ctenoideis; squamis praeoperculo et rostro-frontalibus squamis cetero capite minoribus; squamis 70 circ. in serie longitudinali rostrum inter et pinnam dorsalem anteriorem, 85 ad 90 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 25 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et pinnam dorsalem radiosam; appendice anali compressa oblonga; pinna dorsali anteriore obtusa corpore duplo ad plus duplo humiliore spinis 2ª et 3ª ceteris longioribus; dorsali 2ª obtusa dorsali 1ª paulo altiore postice rotundata vel angulata; pectoralibus obtuse rotundatis capitis parte postoculari non ad paulo brevioribus; ventralibus pectoralibus multo brevioribus; anali dorsali 2ª breviore sed non vel vix humiliore obtusa postice rotundata vel angulata; caudali obtuse rotundata capitis parte postoculari longiore; colore corpore superne fuscescente-viridi vel

olivascente-fusco inferne dilutiore; iride viridi margine pupillari aurea; capite dimidio inferiore maculis irregularibus majoribus et minoribus pallide roseis; trunco antice nebulis et vittis irregularibus postice vittis vel fasciis 3 irregularibus transversis roseis vel aurantiacis; pinna dorsali anteriore profunde fusca superne et interdum etiam antice inferne dilute rosea; pinnis ceteris dilute roseis dense fusco vel violaceo-fusco variegatis, fusco dorsali 2ª et anali vittas longitudinales pinnis pectoralibus ventralibus et caudali vittas transversas efficiente.

B. 6. D. 6—1/9 vel 6—1/10. P. 17 ad 19. V. 1/5. A. 1/8. vel 1/9. C. 7/14/5.

Syn. *Eleotris marmorata* Blkr, Zesde bijdr. ichth. Borneo, Nat. T. Ned. Ind III p 424; Günth., Cat Fish. III p. 123.

Hab. Borneo (Bandjermasin, Sintang, Montrado); Sumatra (Palembang, Moarakompeh), in fluviis et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 9 speciminum 108''' ad 430'''.

Rem. Cette belle espèce qui habite aussi les eaux douces de Siam, atteint, de tous les Gobioïdes indo-archipélagiques, la plus grande taille. Les couleurs, sur les individus âgés sont aussi nettement marquées que sur les jeunes. On reconnaît l'espèce aisément, du premier coup d'oeil, aux bandes transversales rougeâtres ou roses ou oranges de la partie postérieure du tronc.

Oxyeleotris urophthalmus Blkr, Not. Eleotr. Arch. néerl. sc. X p. 104.

Oxyeleotr. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 7 fere ad 8 in ejus longitudine; capite acuto depresso 4 ad $4\frac{1}{4}$ in longitudine corporis; altitudine capitis 2 ad $2\frac{1}{4}$, latitudine capitis $1\frac{1}{3}$ ad $1\frac{1}{2}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali rostro convexa supra oculos concaviuscula; oculis diametro 6 fere ad 7 in longitudine capitis, diametro $1\frac{3}{4}$ ad $2\frac{3}{4}$ distantibus; rostro acuto superne squamato, apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus margini rostri approximatis brevitubulatis; poro utroque latere bene conspicuo ante et prope nares posteriores; maxillis dentibus pluriseriatis parvis acutis, intermaxillaribus serie externa ceteris non multo longioribus subaequalibus, inframaxillaribus anterioribus serie externa

posterioribus serie interna ceteris longioribus inaequalibus et sat longe a se invicem distantibus; sulco oculo-supra-operculari sat bene conspicuo; genis sulcis vel sulculis conspicuis nullis; squamis capite, trunco antice ventreque cycloideis, mediis lateribus caudaque ctenoideis; squamis praeoperculo et rostro-frontalibus squamis cetero capite minoribus; squamis 60 circ. in serie longitudinali rostrum inter et pinnam dorsalem anteriorem, 85 ad 90 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 25 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis trunco antice quam mediis lateribus et cauda minoribus; appendice anali rudimentaria conica ad valde evoluta compressa oblongo-ovali; pinna dorsali anteriore obtusa corpore plus duplo humiliore spinis 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali posteriore anteriore multo altiore sed corpore humiliore obtusa postice rotundata vel angulata: pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro paulo brevioribus; ventralibus pectoralibus non multo brevioribus; anali dorsali radiosa sat multo breviore et paulo ad non humiliore obtusa postice rotundata vel angulata; caudali obtuse rotundata capite absque rostro paulo ad non longiore; colore corpore superne fuscescente-viridi vel profunde olivaceo, inferne viridescente-aurantiaco; iride viridi margine pupillari aurea; pinnis violascentibus vel fuscis radiis aurantiacis; dorsalibus et caudali interdum fuscescente variegatis; caudali basi superne ocello nigro rubro annulato; ventralibus inferne rubro limbatis.

B. 6. D. 6—1/9 vel 6—1/10. P. 15 ad 17. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 10/14/7.

Syn. *Eleotris urophthalmus* Blkr, Vierde bijdr. ichth. Borneo, Nat. T. N. Ind. II p. 202; Günth., Cat. Fish. III p. 128.

Hab. Borneo (Pontianak, Kahajan, Bandjermasin); Celebes (Gorontalo); in fluviis et aquis fluvio–marinis.

Longitudo 20 speciminum 70‴ ad 180‴.

Rem. Les dents de la rangée externe, dans cette espèce et dans l'espèce suivante, sont relativement beaucoup moins fortes que dans l'Oxyeleotris marmorata, mais le nombre des rangées de dents aux deux mâchoires est plus considérable. L'uroph-

thalmus est nettement distingué par l'ocelle noir bordé de rouge au haut de la base de la caudale et par l'absence de marbrure, de tachcs et de bandes sur le corps.

L'espèce vit aussi dans les eaux douces de Siam.

Oxyeleotris urophthalmoides Blkr, Not. Eleotr., Arch. néerl. X p. 104.

Oxyeleotr. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine $6\frac{1}{4}$ ad 7 in ejus longitudine; capite acuto depresso $3\frac{2}{3}$ ad $4\frac{1}{4}$ in longitudine corporis; altitudine capitis 2 ad $2\frac{1}{4}$-, latitudine capitis $1\frac{1}{3}$ ad $1\frac{3}{4}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali rostro convexa, supra oculos concaviuscula; oculis diametro 6 ad 7 in longitudine capitis, diametro $1\frac{1}{2}$ ad 2 distantibus; rostro acuto superne squamato oculo non ad paulo longiore, apice ante medium oculum sito; poro utroque latere plus minusve conspicuo ante et prope nares posteriores; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore breviore sub oculi dimidio posteriore desinente; maxillis dentibus pluriseriatis parvis acutis serie externa ceteris non multo longioribus subaequalibus iis seriebus internis magis a se invicem distantibus; maxilla inferiore utroque ramo medio et postice serie interna dentibus aliquot majoribus inaequalibus; sulco oculo-supra-opercnlari bene conspicuo; genis sulculis longitudinalibus distantibus sulculis 2 vel pluribus transversis cruciatis; squamis capite, nucha ventreque cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis praeoperculo et rostro-frontalibus squamis cetero capite minoribus; squamis 50 ad 55 in serie longitudinali rostrum inter et pinnam dorsalem anteriorem, 65 ad 70 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 15 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis trunco antice quam mediis lateribus et cauda minoribus; appendice anali compressa oblonga obtusâ; pinna dorsali anteriore obtusa corpore minus duplo humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali posteriore anteriore paulo altiore obtusa, postice rotundata vel angulata; pectoralibus obtusiuscule rotundatis basi valde squamatis, capite absque rostro non ad

paulo brevioribus; ventralibus pectoralibus paulo brevioribus; anali dorsali radiosa sat multo breviore et paulo humiliore obtusa postice rotundata vel angulata; caudali obtuse rotundata capite absque rostro non ad paulo longiore; colore corpore superne rufescente- vel fuscescente-viridi inferne viridescente-aurantiaco; seriebus squamarum dorso lateribusque longitudinalibus vittula fusca angulos squamarum tegente; iride viridi aureo tincta; pinnis membrana dilute-violascentibus radiis flavescente-aurantiacis vel roseis, ventralibus exceptis, radiis fuscescente variegatis vel vittulis pluribus fuscescentibus dorsalibus et anali longitudinalibus, pectoralibus et caudali transversis; anali interdum membrana tantum margaritaceo guttulata; caudali basi superne ocello conspicuo nigro vel profunde fusco aurantiaco vel rubro annulato.

B. 6. D. 6—1/9 vel 6—1/10. P. 17 vel 18. V. 1/5 A. 1/8 vel 1/9. C. 7/14/7 ad 10/14/7.

Syn. *Eleotris urophthalmoides* Blkr, Diagn. n. vischs. Sumatra, Nat T. Ned Ind. IV p. 273; Günth., Cat. Fish. III p. 128.

Hab. Sumatra (Priaman?, Palembang. Lematang-Enim); Borneo (Sambas, Kahajan, Bandjermasin); in fluviis.

Longitudo 19 speciminum 85‴ ad 198‴.

Rem. Cette espèce ne se distingue essentiellement de l'urophthalmus que par l'écaillure et par la présence des bandelettes longitudinales brunes du corps. Les écailles au nombre de 60, 90 et 25 environ sur les rangées depuis le museau jusqu'à le première dorsale, sur une ligne entre l'angle supérieur de l'orifice branchial et la base de la caudale et entre l'anale et la seconde dorsale dans l'urophthalmus, ne se trouvent dans l'espèce actuelle qu'aux nombres de ± 52, 67 et 15. L'urophthalmus a aussi la tête plus large et se distingue encore par l'absence de sillons sur les joues.

M. Klunzinger pense que son Eleotris polyzonatus de la Mer rouge pourrait bien n'être pas distinct de l'urophthalmoides, opinion qui me paraît peu fondée les formules dans le polyzonatus étant = D. 6—1/11. A. 1/11. Sq. l. lat. 60. Il doit aussi avoir le corps plus allongé (hauteur 8½ fois dans la longueur totale), les yeux plus granda (4 fois dans la longueur de la tête), le

corps couvert de larges bandes transversales noirâtres, etc. La description de la dentition du polyzonatus ne permet pas de décider si cette espèce est un vrai Eleotris ou un Oxyeleotris. L'expression „Zähne klein, in schmaler Binde" sans plus, fait penser à un vrai Eleotris.

OPHIOCARA Gill.

Corpus subelongatum antice cylindraceum. Caput acutum vel acutiusculum depressum superne lateribusque dense squamatum, nullibi spinigerum. Squamae trunco ctenoideae 28 ad 40 in serie longitudinali. Dentes utraque maxilla pluriseriati, intermaxillares serie externa paulo longiores, inframaxillares anteriores serie externa paulo longiores posteriores aequales vel serie interna paulo longiores; canini vel caninoidei nulli. Maxilla inferior prominens. Rictus obliquus. Aperturae branchiales isthmo angusto separatae. D. 6 ad 8—1/8 vel 1/9. A. 1/7 ad 1/9.

Rem. M. Gill a indiqué ce genre (Proceed. Acad. nat. sc. Philad. 1863 p. 270) sans toutefois le décrire. Son type étant l'Eleotris ophiocephalus K. V. H. j'ai dressé les caractères génériques sur cette espèce et celles qui en sont voisines. Les espèces sont peu nombreuses. l'Inde archipélagique en nourrit quatre, mais on connaît une cinquième de Madagascar, une du Sénégal, une des îles Andaman et trois de la Nouvelle-Hollande, soit en tout dix espèces. Celles de l'Insulinde se font aisément distinguer par les caractères suivants.

I. Dorsale antérieure à six épines. Ecailles de la tête s'avançant jusqu'en avant des yeux. Ecailles postthoraciques du tronc cténoïdes.
   A. Environ 40 écailles sur une rangée longitudinale du tronc, 25 écailles sur une rangée entre le museau et la première dorsale. Mâchoire supérieure s'arrêtant sous la partie postérieure de l'oeil. Anale plus courte que la seconde dorsale. Bord préoperculaire à pores visibles. A. 1/7 ou 1/8.

a. Dessus de la tête et région thoraco-gulaire à écailles cycloïdes; pièces operculaires et ventre à écailles cténoïdes. D. 6—1/9 ou 6—1/10. Tronc à ocelles jaunâtres.

1. *Ophiocara ophiocephalus* Gill.

b. Toutes les écailles de la tête et celles de la région thoraco-gulaire et du ventre cycloïdes. D. 6—1/8 ou 6—1/9. Tronc sans ocelles jaunâtres.

2. *Ophiocara porocephalus* Blkr.

B. Environ 30 écailles sur une rangée longitudinale du tronc; 13 à 18 écailles sur une rangée entre le museau et la première dorsale. Mâchoire supérieure s'arrêtant sous la partie antérieure de l'oeil. Anale aussi longue que la seconde dorsale. Bord préoperculaire sans pores visibles. A. 1/9 ou 1/10.

a. 17 ou 18 écailles sur une rangée entre le museau et la première dorsale. Tronc sans bande longitudinale brune.

3. *Ophiocara aporus* Blkr.

b. 13 à 15 écailles sur une rangée entre le museau et la première dorsale. Tronc à bande céphalo-caudale brune.

4. *Ophiocara Hoedti* Blkr.

Ophiocara ophiocephalus Gill, Proc. Ac. nat. Sc. Philad. 1863 p. 270.

Ophioc. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 5 ad 6 in ejus longitudine; capite acuto depresso, 3½ ad 4 in longitudine corporis; altitudine capitis 1½ ad 2-, latitudine capitis 1⅔ ad 1⅘ in ejus longitudine;

linea rostro-frontali rectiuscula rostro tantum convexa; oculis subverticalibus diametro 4 ad 6 in longitudine capitis, diametro 1 et paulo ad 2 et paulo distantibus; rostro acuto superne postice squamato, oculo non ad non multo longiore, apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore breviore sub oculi dimidio posteriore desinente; maxillis dentibus pluriseriatis acutis, intermaxillaribus serie externa ceteris paulo longioribus subverticalibus subaequalibus, inframaxillaribus anterioribus serie externa posterioribus serie interna ceteris paulo longioribus inaequalibus; poris capite utroque latere rostro ante nares posteriores unico, postoculari unico, margine praeoperculi libero 2 ad 4 sat bene conspicuis; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; genis sulculis 2 longitudinalibus parum conspicuis vel nullis; squamis capite superne et regione thoracogulari cycloideis, praeoperculo, operculo, nucha, ventre, lateribus caudaque ctenoideis, 12 ad 14 in serie longitudinali oculum inter et operculi marginem posteriorem, 24 circ. in serie longitudinali rostrum inter et pinnam dorsalen anteriorem, 40 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 12 vel 13 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem posteriorem; squamis non squamulatis interocularibus et praeopercularibus squamis cetero capite minoribus, trunco postice quam trunco antice paulo majoribus; appendice anali compressa oblongo-ovali; pinna dorsali anteriore obtusa corpore duplo circ. humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali 2ª dorsali 1ª altiore antice obtusa postice quam antice non ad multo altiore rotundata vel angulata; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro non ad paulo brevioribus; ventralibus pectoralibus non ad paulo brevioribus; anali dorsali 2ª conspicue breviore sed forma et altitudine eae subaequali; caudali obtuse rotundata capite paulo ad vix breviore; colore corpore superne fusco-viridi vel profunde olivaceo, inferne dilutiore; iride viridi margine pupillari aurea; pinnis membrana fuscescentibus vel violaceis, radiis aurantiacis, dorsali 2ª, anali et caudali rubro-aurantiaco limbatis; capite, trunco pinnisque dorsali 2ª et anali guttis vel guttulis flavo-aurantiacis, junioribus in series vulgo irregulares aetate pro-

vectis in series regulares trunco et dorsali 2ª longitudinales caudali transversas dispositis; *juvenilibus* trunco vittis 2 vel 3 transversis aurantiacis inferne gracilescentibus, anteriore sub initio dorsalis radiosae, posteriore dorsalem radiosam inter et caudalem sed basi caudalis propiore.

B. 6. D. 6—1/9 vel 6—1/10. P. 15. V. 1/5. A. 1/7 vel 1/8. C. 7/15/6 vel 6/14/6.

Syn. *Eleotris ophiocephalus* K. V. H. ap. CV. Poiss. XII p. 180. Blkr, Verh. Bat. Gen. XXII Gob. p. 22; Cant., Cat., Mal. Fish. p. 196; Günth., Cat. Fish. III p. 107; Playf., Fish. Zanzib. p. 73; Day, Fish. Andam. Proc. Zool. Soc. 1870 p. 694.

Eleotris margaritacea CV., Poiss. XII p. 181.

Eleotris viridis Blkr, Verh. Bat. Gen. XXII Gob. p. 22.

Eleotris kuak Thioll., Faune Woodlark, p. 187.

Eleotris .... Jouan, Not. poiss. Nouvelle-Calédonie p. 14.

Gabus lawut Mal. Batav.; *Balong* Jav, *Puntang* Madur.

Hab. Sumatra (Telokbetong, Trussan, Padang); Pinang; Singapura; Biliton (Tjirutjup); Java (Batavia, Tjilatjap, Surabaya); Madura (Kammal); Bali; Borneo; Celebes (Macassar, Kema); Batjan (Labuha); Buro (Kajeli); Amboina; Ceram: Ins. Philippin. (Luzon); Nova-Guinea; in mari et aquis fluviomarinis.

Longitudo 29 speciminum 58''' ad 210'''.

Rem. L'espèce habite aussi les côtes de la Nouvelle-Calédonie, de Vanicolo, des îles Andaman, des Séchelles, de l'île Johanna et de Mossambique.

La comparaison de l'individu type de l'Eleotris viridis Blkr aux jeunes de l'ophiocephalus a convaincu qu'il n'est pas spécifiquement distinct et que le viridis n'est établi que sur un individu décoloré du jeune âge de l'espèce actuelle.

Ophiocara porocephalus Blkr, Not. Eleotr. Arch. néerl. sc. X p. 105.

Ophiocar. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 5½ ad 6 in ejus longitudine; capite acuto

depresso $3\frac{3}{4}$ ad 4 in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{2}{3}$ ad $1\frac{3}{4}$, latitudine capitis $1\frac{1}{3}$ ad $1\frac{4}{5}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali rectiuscula rostro tantum convexa; oculis subverticalibus diametro 4 fere ad 7 fere in longitudine capitis, diametro 1 et paulo ad $2\frac{1}{2}$ distantibus; rostro acuto superne postice squamato, oculo non ad duplo longiore, apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore breviore sub oculi dimidio posteriore desinente; maxillis dentibus pluriseriatis acutis, intermaxillaribus serie externa ceteris paulo longioribus subverticalibus subaequalibus, inframaxillaribus anterioribus serie externa posterioribus serie interna ceteris paulo longioribus inaequalibus; poris capite utroque latere rostro ante nares posteriores unico margine rostri ante nares anteriores unico, postoculari unico, margine preoperculi libero 3 vel 4 sat bene conspicuis; genis sulculis 2 longitudinalibus sat bene conspicuis; squamis capite, nucha, regione thoraco-gulari et ventre cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis, 11 vel 12 in serie longitudinali oculum inter et operculi marginem posteriorem, 24 ad 26 in serie longitudinali rostrum inter et dorsalem anteriorem, 38 ad 40 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 11 vel 12 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis non squamulatis, interocularibus et praeopercularibus squamis cetero capite minoribus, trunco postice quam trunco antice paulo majoribus; appendice anali compressa oblongo-ovali; pinna dorsali anteriore obtusa corpore duplo circ. humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali 2ª dorsali 1ª altiore, antice obtusa, postice quam antice non vel paulo ad plus duplo altiore rotundata vel acutangula; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro paulo ad non longioribus; ventralibus pectoralibus non ad paulo brevioribus; anali dorsali 2ª paulo breviore sed forma et altitudine eae subaequali; caudali obtuse rotundata capite paulo breviore ad paulo longiore; colore corpore superne fusco-viridi vel profunde olivaceo, inferne dilutiore; iride viridi margine pupillari aurea; capite lateribus vittis 2 vel 3 longitudinalibus fuscis interdum vix conspicuis; lateribus adolescentibus et adultis basi

multarum squamarum macula triangulari vel semilunari verticali nigricante vel profunde fusca; pinnis, pectoralibus exceptis, membrane fuscis vel violaceis radiis aurantiacis, dorsali 2ª, ventralibus, anali caudalique rubro-aurantiaco limbatis, dorsali 2ª et caudali vulgo maculis irregularibus vel guttulis fuscis dorsali sparsis vel in series longitudinales caudali in series transversas dispositis; pectoralibus membrana dilute violascente-hyalinis radiis aurantiacis; *juvenilibus* trunco vittis vel fasciis 2 vel 3 transversis aurantiaeis inferne gracilescentibus, anteriore sub initio dorsalis radiosae, posteriore dorsalem radiosam inter et caudalem sed basi caudalis propiore.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 15. A. 1/7 vel 1/8. C. 7/14/6 ad 9/15/6.

Syn. *Eleotris porocephala* Val., Poiss. XII p. 178: Cant., Cat. Mal. Fish. p. 195; Blkr, Vierde bijdr. ichth. Amboina, Nat. T. Ned. Ind. V p. 345.

Eleotris porocephaloides Blkr, Nieuwe tient. diagn. vischs. Sumatra, Nat. T. Ned. Ind. V p. 511; Günth., Cat. Fish. III p. 109.

Eleotris Cantoris Günth., Cat. Fish. III p. 108; Kner, 4te Folge n. Fisch. Mus. Godeff. Sitz.ber. k. Ak. Wiss. LVIII p. 328.

Hab. Sumatra (Priaman); Nias; Pinang; Singapura; Java (Anjer); Celebes (Manado, Gorontalo); Amboina; Ceram (Wahai); in mari et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 9 speciminum 95''' ad 320'''.

Rem. L'Ophiocara porocephalus est extrêmement voisin de l'ophiocephalus. Les individus d'un âge plus ou moins avancé se font aisément distinguer par les taches brunes ou noirâtres du tronc, de la seconde dorsale et de la caudale. Dans les jeunes individus d'environ 100''' de long ces taches n'existent pas, mais on n'y voit pas non plus les gouttelettes jaune-orange qui sont constantes sur les individus du jeune âge de l'ophiocephalus. Les caractères les plus essentiels cependant pour bien distinguer l'espèce actuelle se trouvent dans la nature cycloïde de toutes les écailles de la tête, de la nuque, de la région thoraco-gulaire et du ventre et dans la formule de la seconde dor-

sale = 1/9 ou 1/10. Par les écailles cycloïdes de la tête, de la nuque et de la région thoraco-gulaire elle approche de l'Ophiocara madagascariensis (Eleotris madagascariensis Val., Blkr) mais dans cette dernière espèce les écailles du ventre sont cténoïdes et elle a la formule de la seconde dorsale = 1/9 ou 1/10, c'est-à-dire à un rayon de plus. Aussi ne voit-on dans le madagascariensis ni les taches noirâtres nettement dessinées ni les bandes transversales oranges du corps qui sont propres aux jeunes du porocephalus et de l'ophiocephalus.

Le porocephalus est connu habiter, hors l'Insulinde, les Séchelles, la Nouvelle-Irlande et les îles Viti.

Ophiocara aporus Blkr, Not. Eleotr., Arch. néerl. sc. nat. X p. 105.

Ophioc. corpore oblongo antice cylindraceo postice compresso, altitudine $5\frac{2}{3}$ ad 6 in ejus longitudine; capite acuto depresso 4 ad 4 et paulo in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{3}{5}$ ad $1\frac{2}{3}$-, latitudine capitis $1\frac{1}{3}$ ad $1\frac{1}{2}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali concava; oculis subverticalibus diametro $5\frac{1}{4}$ ad $5\frac{1}{3}$ in longitudine capitis, diametris 2 ad $2\frac{1}{4}$ distantibus; rostro acuto superne toto fere squamato, oculo vix ad non breviore, apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore paulo breviore sub oculi parte anteriore desinente; maxillis dentibus pluriseriatis parvis acutis intermaxillaribus serie externa ceteris paulo majoribus subaequalibus plus minusve antrorsum directis, inframaxillaribus anterioribus serie externa posterioribus serie interna ceteris paulo majoribus subaequalibus plane sursum directis; poris capite conspicuis nullis; sulco oculo-supraoperculari bene conspicuo; genis sulculis 2 vel 1 longitudinalibus non semper bene conspicuis; squamis capite, nucha regioneque thoraco-praeventrali cycloideis, ceteris ctenoideis, 8 vel 9 in serie longitudinali oculum inter et marginem operculi posteriorem, 17 vel 18 in serie longitudinali rostrum inter et dorsalem anteriorem, 30 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis,

10 vel 11 in serie transversali initium pinnae analis inter et dorsalem posteriorem; squamis non squamulatis, frontalibus nuchalibus vix minoribus, supraorbitalibus aliquot minimis, praeopercularibus opercularibus conspicue minoribus; squamis trunco antice et postice subaequalibus; appendice anali compressa, oblongo-elongata truncata vel rotundata; pinna dorsali anteriore obtusa corpore duplo ad duplo fere humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali 2ª dorsali 1ª antice non ad paulo postice multo altiore, postice rotundata vel acutangula radiis longissimis corporis altitudine conspicue brevioribus ad paulo longioribus; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro paulo ad non longioribus; ventralibus pectoralibus paulo ad vix brevioribus; anali dorsali radiosae longitudine et forma aequali sed ea vulgo paulo humiliore; caudali obtuse rotundata capite absque rostro paulo longiore; colore corpore superne fusco vel profunde fuscescente-olivaceo, inferne ex viridescente aurantiaco vel dilute aurantiaco; squamis dorso lateribusque plurimis macula profunde fusca notatis; iride violaceo-viridi vel viridi margine pupillari aurea; vittis oculo-opercularibus 2 vel 3 fuscis; pinnis membrana fuscis vel dense fusco arenatis vel fusco-violaceis radiis aurantiacis, dorsalibus superne, ventralibus et anali inferne rubro marginatis, pectoralibus basi vitta transversa profunde fusca rubro limbata; caudali interdum aurantiaco vel flavescente guttulata.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9 (specim. unico 5–1/9). P. 14 vel 15. V. 1/5. A. 1/9 vel 1/10. C. 8/14/6 circ.

Syn. *Eleotris aporos* Blkr, Bijdr. ichth. Halmah., Nat. T. Ned. Ind. VI p. 59; Günth., Cat. Fish. III p. 109; Kner, Zool. Reis. Novara, Fisch. p. 183.

Hab. Borneo, Ternata: Halmahera; Morotai; Batjan (Labuha); Amboina; Samar; in fluviis et mari.

Longitudo 5 speciminum 182‴ ad 220‴.

Rem. L'Ophiocara actuel et l'espèce suivante se distinguent des Ophiocara ophiocephalus et porocephalus par un profil plus pointu, par une bouche plus petite, par une dizaine d'écailles de moins sur une rangée longitudinale du tronc, par l'absence de pores visibles sur la tête et par la longueur égale de la seconde

dorsale et de l'anale. L'Ophiocara Richardsonii (Eleotris Richardsonii Steind.) de Port-Jackson, est une troisième espèce à mâchoire supérieure s'arrêtant sous la partie antérieure de l'oeil, mais plus voisine par l'écaillure et par les nageoires des Ophiocara ophiocephalus et porocephalus. L'aporus a pour caractère spécifique principal le nombre de 17 ou 18 écailles sur une rangée longitudinale entre le museau et la première dorsale.

Kner cite l'espèce comme habitant aussi la Nouvelle-Hollande.

Ophiocara Hoedti Blkr, Not. Eleotr., Arch. néerl. sc. nat. X p. 105.

Ophioc. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine $5\frac{1}{3}$ ad 6 in ejus longitudine; capite acuto depresso 4 ad $4\frac{2}{5}$ in longitudine corporis; altitudine capitis 2 circ.-, latitudine capitis $1\frac{2}{3}$ ad 2 fere in ejus longitudine; linea rostrofrontali rectiuscula rostro tantum convexiuscula; oculis subverticalibus diametro 4 ad 5 in longitudine capitis, diametro 1 ad $1\frac{2}{3}$ distantibus; rostro acuto superne postice squamato, oculo non longiore apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore paulo breviore sub oculi margine anteriore desinente; maxillis dentibus pluriseriatis parvis acutis, intermaxillaribus serie externa ceteris non multo majoribus subaequalibus plus minusve antrorsum directis, inframaxillaribus anterioribus serie externa posterioribus serie interna ceteris paulo majoribus subaequalibus plane sursum directis; poris capite conspicuis nullis; sulco oculo-supra-operculari parum conspicuo; genis sulculis 2 vel 1 parum conspicuis vel nullis; squamis capite, nucha et regione thoraco-gulari cycloideis, ceteris ctenoideis, 8 circ. in serie longitudinali rostrum inter et marginem operculi posteriorem, 13 ad 15 in serie longitudinali rostrum inter et dorsalem anteriorem, 30 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 10 vel 11 in serie transversali initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis non squamulatis, frontalibus nuchalibus vix minoribus, supraorbitalibus aliquot minimis, praeoper-

cularibus opercularibus conspicue minoribus; squamis trunco antice et postice subaequalibus; appendice anali compressa oblonga truncata vel rotundata; pinna dorsali anteriore obtusa corpore duplo vel plus duplo humiliore spinis 2^a 3^a et 4^a ceteris longioribus; dorsali 2^a dorsali 1^a sat multo altiore corpore humiliore obtusa postice quam medio non ad paulo altiore rotundata vel angulata; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro non ad paulo longioribus; ventralibus pectoralibus non ad paulo brevioribus; anali dorsali 2^a forma longitudine et altitudine aequali; caudali obtuse rotundata capite paulo longiore; colore corpore superne fuscescente-viridi, inferne aurantiaco; iride viridi margine pupillari aurea; vittis lateribus capitis 2 vel 3 fuscis diffusis oculo-opercularibus; mediis lateribus vitta cephalo-caudali fusca; pinnis membrana violascente-hyalinis vel fuscescente arenatis radiis aurantiacis, dorsali anteriore vulgo vittis 3 longitudinalibus fuscis, dorsali radiosa fusco variegata, dorsali radiosa, anali et caudali rubro limbatis, pectoralibus basi vulgo macula irregulari fusca.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9 vel 6—1/10. P. 14 vel 15. V. 1/5. A. 1/9 vel 1/10. C. 8/14/7 ad 10/14/10.

Syn. *Eleotris Hoedti* Blkr, Vijfde bijdr. ichth. Amboina, Nat. T. Ned. Ind. VI p. 496; Günth., Cat. Fish III p. 110.
Eleotris Tolsoni Blkr, N. soort Java's Westhoek, Nat. T. Ned. Ind. VI p. 542.

Hab. Sumatra (Tandjong); Nias; Java (Djungkulon); Timor (Delhi); Buru (Kajeli); Amboina; Waigiu; in fluviis et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 12 speciminum $80'''$ ad $161'''$.

Rem. Cette espèce est fort voisine de l'Ophiocara aporus et ne s'en distingue guère que par la bande longitudinale brune du tronc, par des yeux relativement plus grands, par la seconde dorsale et l'anale qui sont notablement moins hautes en arrière, et par le nombre moins considérable des écailles sur une rangée entre le museau et la première dorsale. L'individu décrit autrefois sous le nom de Eleotris Tolsoni a un rayon de plus à la seconde dorsale, mais ne se distingue du reste nulle-
s jeunes individus du Hoedti.

POGONELEOTRIS Blkr.

Dentes utraque maxilla pluriseriati, intermaxillares serie externa, inframaxillares serie externa et serie interna ceteris longiores, canini nulli. Caput latum depressum microlepidotum, rostro genisque cirris numerosis. Squamae ctenoideae squamulatae. Pinna caudalis acuta. D. 6—13. A. 11.

Rem Bien que je ne connaisse ce type que sur une description assez succincte de l'Eleotris heterolepis Günth., je crois devoir y voir un genre bien distinct, caractérisé, dans le sous-groupe des Eleotrii, par les franges du museau et des joues, par la nature squammuleuse des écailles et par les 13 rayons de la seconde dorsale. La description de M. Günther ne permet pas de la définir plus amplement puis qu'il n'y est donné ni la formule de l'écaillure ni les détails de l'écaillure de la tête, de la nature du bord du préopercule et des rayons branchiaux. La place naturelle du Pogoneleotris semble être entre les genres Culius Blkr et Mogurnda Gill. La seule espèce connue habite l'île de Bornéo.

Pogoneleotris heterolepis Blkr, Notic. Eleotr., Arch. néerl. sc. nat. X p. 107.

Descriptio Güntheriana sequens.

»Scales ctenoid.; numerous small scales are mixed with large ones, the smaller occupying chiefly the base of the larger. Head broad, depressed as in Batrachus, covered with minute scales; snout and cheeks with numerous short filaments and franges. Eyes of minute size, the distance from each other being much greater than that from the end of the snout. Teeth in the jaws in a band, villiform; but there is an outer series of larger teeth in the upper jaw, and an outer and inner in the lower. Vomerine teeth none. None of the fin-rays produced into filaments. Caudal fin wedge-shaped, rather produced, shorter than the head; the upper and lower rudimentary caudal

rays numerous, extending for some distance along the caudal peduncle. Blackish brown. D. 6—13. A. 11".

Syn. *Eleotris heterolepis* Günth., Descr. of two new spec. of Fishes, discovered by the Marquis J. Doria, Ann. Mag. Nat. Hist. 4h Ser. III p. 445.

Hab. Borneo (Sarawak).

Longitudo „seven inches".

CULIUS Blkr = Cheilodipterus Ham.Buch.

Corpus subelongatum vel elongatum antice cylindraceum. Caput acutum depressum, superne lateribusque squamatum. Praeoperculum spina deorsum spectante. Squamae capite cycloideae, lateribus caudaque ctenoideae, trunco 42 ad 65 in serie longitudinali. Dentes utraque maxilla pluriseriati parvi, intermaxillares serie externa seriebus mediis longiores, inframaxillares anteriores serie externa posteriores serie interna dentibus seriebus mediis longiores, canini vel caninoidei nulli. Maxilla inferior prominens. Rictus obliquus. Aperturae branchiales isthmo lato separatae. D. 6—1/8 vel 6—1/9. A. 1/8 vel 1/9. B. 6.

Rem. Le genre Culius tient le milieu entre les genres Ophiocara Gill et Oxyeleotris Blkr et est éminemment distinct par l'épine du préopercule, armure qu'on ne retrouve, dans la sousfamille des Eleotriformes, que dans le genre Brachyeleotris où cependant l'épine est dirigée en arrière. J'en connais une dizaine d'espèces, dont deux appartiennent aux fleuves de l'Afrique occidentale et six aux eaux douces ou saumâtres du grand bassin indo-pacifique. Les espèces se ressemblent beaucoup par les formes et par les couleurs. Aussi faut-il chercher leurs caractères surtout dans les détails de l'écaillure. L'examen des nombreux individus des différentes espèces que j'ai à ma disposition prouve la constance des nombres des écailles dans les rangées longitudinales et transversales des différentes parties de la tête et du tronc dans les différentes espèces, et c'est à l'aide seul des caractères empruntés à ces formules qu'on parvient à nettement distinguer les espèces indo-archipélagiques On trouve d'autres caractères encore dans les détails de l'écaillure de la partie

antérieure de la tête, dans ceux de la dentition, dans les proportions de la hauteur et de la longueur du corps et de la tête, etc., comme l'indique l'exposé qui va suivre.

Des six espèces insulindiennes connues, deux seulement ont été trouvées hors l'Inde archipélagique.

I. Front et préopercule squammeux.

1. 60 à 65 écailles sur une rangée longitudinale entre l'angle supérieur de l'orifice branchial et la base de la caudale. 16 ou 17 écailles sur une rangée transversale entre l'origine de l'anale et la seconde dorsale. 12 à 14 écailles sur une rangée transversale au milieu de la partie libre de la queue. Museau dénué d'écailles.

1. *Culius fuscus* Blkr.

2. 42 à 55 écailles sur une rangée longitudinale.

a. 14 ou 15 écailles sur une rangée transversale entre l'origine de l'anale et la seconde dorsale. 50 à 55 écailles sur une rangée longitudinale.

aa. 11 ou 12 écailles sur une rangée transversale au milieu de la partie libre de la queue. Ecailles caudales pas plus grandes ou presque pas plus grandes que celles du milieu du tronc. Museau sans écailles.

† Tête 4 fois et quelque chose à $4\frac{1}{2}$ fois dans la longueur totale. Les dents intermaxillaires de la rangée interne pas plus grandes que celles des rangées médianes.

2. *Culius melanosoma* Blkr.

†' Tête $3\frac{2}{5}$ à $3\frac{3}{4}$ fois dans la longueur totale. Dents de la rangée externe et interne des deux mâchoires plus grandes que les autres.

3. *Culius macrocephalus* Blkr.

bb. 8 écailles sur une rangée transversale au milieu de

partie libre de la queue. Ecailles caudales beaucoup plus grandes que celles du milieu du tronc. Museau squammeux.

† Tête 4 fois et quelque chose dans la longueur totale. Les dents de la rangée externe et interne des mâchoires plus grandes que les autres.

4. *Culius oxycephalus* Blkr.

b. 11 ou 12 écailles sur une rangée transversale entre l'origine de l'anale et la seconde dorsale; 8 ou 9 écailles sur une rangée transversale au milieu de la partie libre de la queue. Ecailles caudales pas ou presque pas plus grandes que celles du milieu du tronc. Tête 4 fois ou plus de 4 fois dans la longueur totale.

aa. 50 écailles sur une rangée longitudinale. Hauteur du corps 6 à plus de 7 fois dans la longueur totale.

5. *Culius insulindicus* Blkr.

bb. 42 à 45 écailles sur une rangée longitudinale. Hauteur du corps 5 fois dans la longueur totale.

6. *Culius macrolepis* Blkr.

Culius fuscus Blkr., Quatr. not. ichth. Bouro, Ned. T. Dierk. II p. 150.

Cul. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 5 ad 6 in ejus longitudine; capite acuto depresso 4 ad $4\frac{1}{3}$ in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{1}{2}$ ad 2, latitudine capitis $1\frac{1}{4}$ ad $1\frac{1}{3}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali supra oculos rectiuscula vel concaviuscula rostro convexa; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 5 ad 6 fere in longitudine capitis, diametro 1 ad $1\frac{2}{3}$ distantibus; rostro acuto alepidoto, absque maxilla oculo non longiore, apice ante oculi partem superiorem sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore breviore

sub oculi parte posteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis, intermaxillaribus serie externa ceteris paulo majoribus subaequalibus, inframaxillaribus serie externa et posterioribus etiam serie interna ceteris majoribus inaequalibus; poris capite conspicuis nullis; sulco oculo-supraoperculari conspicuo; genis sulcis 2 longitudinalibus cristulis 3 ad 5 irregularibus cruciatis; spina praeperculari acuta conica curvata; regione infraoculari alepidota; regionibus postmaxillari et postoculari et praeoperculo squamatis, squamis valde parvis deciduis; operculo squamis sat regulariter seriatis superne 16 circ. in serie longitudinali; squamis lateribus capitis ceteris conspicue majoribus; squamis capite, nucha, regione thoraco-gulari et ventre cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis 50 circ. in serie longitudinali rostrum inter et pinnam dorsalem anteriorem, 60 ad 65 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 16 vel 17 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 12 ad 14 in serie transversa paulo ante basin pinnae caudalis; squamis occipitalibus nuchalibus conspicue minoribus, caudalibus squamis lateralibus anterioribus et mediis vix vel non majoribus; appendice anali compressa oblongo-elongata; cauda parte libera multo minus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali anteriore obtusa rotundata corpore duplo ad plus duplo humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali radiosa spinosa conspicue altiore sed corpore humiliore obtusa postice vulgo rotundata; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro longioribus; ventralibus pectoralibus brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata capite non ad vix longiore; colore corpore superne fuscescente-viridi lateribus superne frequenter profundiore, inferne fuscescente- vel viridescente-aurantiaco vel aurantiaco; iride viridi margine pupillari aurea; pinnis fuscis vel membrana violascente-hyalinis radiis aurantiacis; dorsali anteriore vittis 2 vel 3 longitudinalibus profunde fuscis vel violaceo-fuscis; dorsali radiosa, pectoralibus et caudali maculis parvis fuscis vittulas plures dorsali longitudinales pectoralibus et caudali transversas efficientibus; pectoralibus basi superne saepe macula sanguinea vel fusca majore.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 15 ad 17. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 11/14/10 circ. juniorib. lateral. parcior.

Syn. *Poecilia fusca* Bl. Schn., Syst. p. 453.

Cobitis pacifica J. R. Forst. ap. Bl.Schn, Syst. p. 453 et Descr. anim. ed. Licht. p. 235.

Cheilodipterus culius H. B., Fish. Gang. p. 55 tab. 5 fig. 16.

Eleotris nigra QG., Zool. Voy. Freycin. p. 259 tab. 60 fig. 2; CV., Poiss. XII p. 175; Blkr., Verh. Bat. Gen. XXV Nalez. ichth. Beng. p. 105 tab. 1 fig. 3.

Eleotris mauritianus Benn., Proc. Comm. Zool. Soc. I p. 166.

Eleotris brachyurus et *melanurus* Blkr, Verh. Bat. Gen. XXII Gob. p. 20, 21.

Eleotris pseudacanthopomus Blkr, Diagn. n. vischs. Sumatra, Nat. T. Ned. Ind. IV p. 276.

Culius niger et *pseudacanthopomus* Blkr, Bijdr. ichth. Boeroe, Nat. T. Tijdschr. N. Ind. XI p. 411.

Eleotris incerta Blyth, Journ. As. Soc. Beng. 1860 p. 146.

Eleotris fusca Günth., Cat. Fish. III p. 125; Kner, Fisch. Novara p. 186; Day. Fish. Malab. p. 115; Fish. Cochin, Proc. Zool. Soc. 1865 p. 28; Rep. Fresh-wat. Fish. Ind. App. p. 254.

Eleotris Soaresi Playf., Fish. Zanzib. p. 74 tab. 9 fig. 4.

Njerreh Javan.

Hab. Sumatra (Tandjong, Benculen, Padang, Priaman); Nias; Singapura; Java (Patjitan, Pasuruan); Bali (Boleling); Borneo; Sumbawa (Bima); Celebes (Badjoa, Boni, Manado, Klabatdiatas); Batjan (Labuha); Buro (Kajeli); Ceram (Wahai); Amboina; Waigiu; Nova-Guinea; Luzon; Samar; in fluviis et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 26 speciminum 70‴ ad 140‴.

Rem. Une nouvelle comparaison des individus, décrits autrefois sous les noms d'Eleotris brachyurus et d'Eleotris pseudacanthopomus aux nombreux spécimens que je possède maintenant du Culius fuscus, justifie l'opinion émise par M. Günther que le pseudacanthopomus ne se distingue pas spécifiquement du fuscus. Parmi les dents latérales mandibulaires de la rangée postérieure inégalement développées il s'en présente souvent une

seule ou deux qui, sans pouvoir être nommées des canines, sont visiblement plus longues que les autres. L'Eleotris melanurus Blkr n'a été établi que sur une petit individu très-mal conservé de 50‴ de long, lequel étant encore en ma possession, me paraît maintenant devoir être rapporté à l'espèce actuelle.

Le Culius fuscus est une des espèces les plus repandues dans la région indo-polynésienne. Hors l'Insulinde elle est connue habiter le fleuve de Pangani (côte orientale d'Afrique), les eaux de Madagascar, de l'île Maurice, de Johanna, des Séchelles, de Ceylon, de Malabar, du Bengale, de Burmah, des îles Nicobares et Andaman, de Wanderer-Bay, d'Aneiteum, d'Oualan, d'Oriadea et de Taiti.

Je ne puis pas voir, dans l'Eleotris Soaresi Playf. de Mossambique, une espèce distincte. Les petites écailles des joues étant caduques se perdent souvent par le frottement et les différences dans les proportions de la tête et des yeux décrites par M. Playfair ne cadrent pas avec la figure.

Culius melanosoma Blkr, Bijdr. ichth. Boero, Nat. T. Ned. Ind. XI p. 412.

Cul. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 5½ ad 7 in ejus longitudine; capite acuto depresso 4 et paulo ad 4½ in longitudine corporis; altitudine capitis 1½ ad plus quam 2, latitudine capitis 1⅓ ad 1¾ in ejus longitudine; linea rostro-frontali supra oculos rectiuscula vel concaviuscula rostro convexa; oculis obliquis magis lateraliter quam sursum spectantibus, diametro 4½ ad 5½ in longitudine capitis, diametro 1 ad 1⅔ distantibus; rostro acuto alepidoto absque maxilla superiore oculo breviore, apice ante oculi partem superiorem sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore breviore sub medio oculo vel oculi dimidio posteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis, intermaxillaribus serie externa ceteris paulo majoribus subaequalibus, inframaxillaribus anterioribus serie externa posterioribus serie interna ceteris majoribus inaequalibus; poris capite conspicuis nullis; sulco oculo-supraoperculari

valde conspicuo; genis sulcis 2 longitudinalibus plus minusve conspicuis cristulis 3 ad 5 transversis interdum vix conspicuis unitis; spina praeoperculari conica acuta curvata; genis et operculo squamatis squamis plus minusve deciduis, speciminibus valde juvenilibus genis et praeoperculo frequenter nullis, squamis genis et praeoperculo squamis opercularibus minoribus; squamis capite, nucha, regione thoraco-gulari et ventre cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis plus quam 20 in serie longitudinali oculum inter et operculi marginem posteriorem quarum 10 circ. opercularibus, 40 circ. in serie longitudinali rostrum inter et dorsalem anteriorem, 50 ad 55 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 14 vel 15 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 11 vel 12 in serie transversa paulo ante basin pinnae caudalis; squamis interocularibus et frontalibus squamis occipitalibus et nuchalibus minoribus; squamis lateribus antice squamis mediis lateribus non multo majoribus, caudalibus squamis mediis lateribus non majoribus; appendice anali compressa oblongo-elongata; cauda parte libera minus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali anteriore obtusa corpore minus duplo ad duplo humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali radiosa spinosa altiore corpore non ad non multo humiliore obtusa postice angulata vel rotundata; pectoralibus obtuse rotundatis capite paulo ad non brevioribus; ventralibus pectoralibus vulgo paulo brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata capite paulo breviore; colore corpore superne nigricante-fusco vel fusco vel fuscescente-viridi, inferne dilutiore; iride viridi vel violacea margine pupillari aurea; pinnis membrana fuscis vel violascente-hyalinis radiis aurantiacis vel fuscis, omnibus vel ventralibus analique exceptis fusco variegatis fusco dorsalibus et anali vittulas longitudinales pinnis ceteris vittulas transversas efficiente; pectoralibus basi superne frequenter macula majore fusca.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 16 ad 19. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 12/14/11 circ.

Syn. *Eleotris melanosoma* Blkr, N. bijdr. ichth. Ceram; Nat. T. Ned. Ind. III p. 705; Günth., Cat. Fish. III p. 126.

Eleotris acanthopomus Blkr, Diagn. n. vischs. Sumatra, Nat. T. Ned. Ind. IV p. 275.

Culius acanthopomus Blkr, Bijdr. ichth. Boero, Nat. T. Ned. Ind. XI p. 411, 412.

Hab. Sumatra (Benculen, Padang, Ulacan, Priaman); Singapura; Borneo; Celebes (Boni); Batjan (Labuha); Amboina; Ceram (Wahai); Buro (Kajeli); Timor (Atapupu); in aquis fluvio-marinis.

Longitudo 16 speciminum 60‴ ad 115‴

Rem Kner suppose que le Culius melanosoma pût bien n'être pas distinct du Culius oxycephalus. L'oxycephalus est cependant bien nettement à distinguer de l'espèce actuelle par les grandes écailles de la queue dont on ne compte qu'une huitaine sur une rangée transversale au milieu de la partie libre de la queue, et qui sont notablement plus grandes que les écailles du milieu du tronc.

Culius macrocephalus Blkr, Tweede bijdr. ichth. Boero, Nat. T. Ned. Ind. XIII p. 70.

Cul. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 6 ad 7 et paulo in ejus longitudine; capite acuto depresso $3\frac{1}{3}$ ad $3\frac{3}{5}$ in longitudine corporis; altitudine capitis 2 circ., latitudine capitis $1\frac{3}{4}$ circ. in ejus longitudine; linea rostro-frontali supra oculos concaviuscula rostro convexa; oculis oblique sursum spectantibus diametro 5 circ. in longitudine capitis, diametro 1 circ. distantibus; rostro acuto alepidoto absque maxilla oculo breviore, apice ante oculi marginem superiorem sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore paulo breviore sub medio oculo desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis serie externa et serie interna ceteris paulo majoribus subaequalibus; poris capite conspicuis nullis; sulco oculo supra-operculari bene conspicuo; genis sulcis 2 longitudinalibus cristulis 3 vel 4 transversis unitis; spina praeoperculari acuta conica curvata; regione infraoculari alepidota; genis postice, praeoper-

culo et operculo ubique squamatis squamis genis et praeoperculo minimis squamis operculo minoribus; squamis capite, nucha, regione thoraco-gulari et ventre cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis 45 circ. in serie longitudinali rostrum inter et dorsalem anteriorem, 50 ad 55 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 14 vel 15 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 11 vel 12 in serie transversa paulo ante basin pinnae caudalis; squamis occipitalibus nuchalibus conspicue minoribus, caudalibus squamis lateralibus anterioribus vix majoribus; appendice anali compressa oblonga; cauda parte libera multo minus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali anteriore rotundata corpore minus duplo humiliore spinis 2^a 3^a et 4^a ceteris longioribus; dorsali radiosa spinosa paulo altiore corpore humiliore obtusa postice rotundata vel angulata; pectoralibus obtuse rotundatis capitis parte postoculari longioribus; ventralibus pectoralibus paulo brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata capite absque rostro non breviore; colore corpore superne fuscescente-viridi vel profunde olivaceo, inferne viridescente-aurantiaco; iride viridi margine pupillari aurea; pinnis membrana violascente-hyalinis vel plus minusve fusco arenatis, radiis aurantiacis maculis parvis fuscis variegatis, maculis dorsalibus et anali vittulas longitudinales pectoralibus et caudali vittulas transversas efficientibus.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 15 ad 17. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 7/14/7 circ.

Hab. Buro (Kajeli); Amboina; in aquis fluvio-marinis.

Longitudo 2 speciminum 103‴ et 105‴.

Rem. Cette espèce, voisine du melanosoma, se distingue de toutes les espèces connues du genre par la longueur de la tête qui ne mesure que de $3\frac{2}{3}$ ad $3\frac{3}{4}$ fois dans la longueur totale. Je l'établis sur un seul individu pêché à Kajéli, mais depuis j'en ai reçu un autre de même taille de l'île d'Amboine. Elle présente l'écaillure du melanosoma et la dentition de l'oxycephalus.

Culius oxycephalus Blkr, Not. Eléotr., Arch. néerl. sc. nat. X p. 105.

Cul. corpore elongata antice cylindraceo postice compresso, altitudine $7\frac{1}{3}$ circ. in ejus longitudine; capite acuto depresso, 4 et pāulo in longitudine corporis; altitudine capitis 2 circ., latitudine capitis $1\frac{3}{4}$ circ. in ejus longitudine; linea rostro-frontali supra oculos concaviuscula rostro convexa; oculis obliquis magis lateraliter quam sursum spectantibus, diametro $5\frac{1}{2}$ ad 6 circ. in longitudine capitis, diametro 1 et paulo ad $1\frac{2}{3}$ circ. distantibus; rostro acuto superne toto fere squamato, absque maxilla superiore oculo non longiore, apice ante oculi marginem superiorem sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevi-tubulatis; maxilla superiore inferiore conspicue breviore sub oculi dimidio anteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis serie externa et serie interna ceteris paulo majoribus subaequalibus; poris capite conspicuis nullis; sulco oculo-supra-operculari valde conspicuo; genis sulcis 2 longitudinalibus parum conspicuis cristulis 4 transversis distantibus unitis; spina praeoperculi conica deorsum spectante non curvata; genis et operculis ubique dense squamatis, squamis genis et praeoperculo squamis operculo multo minoribus; squamis capite, nucha, regione-thoraco-gulari et ventre cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis 28 circ. in serie longitudinali oculum inter et marginem operculi posteriorem quarum 14 circ. opercularibus, 60 circ. in serie longitudinali rostrum inter et pinnam dorsalem anteriorem, 50 ad 55 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 14 circ. in serie transversali initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 8 circ. in serie transversali paulo ante basin pinnae caudalis; squamis interocularibus et temporalibus quam squamis occipitalibus et nuchalibus, lateralibus anterioribus et mediis quam caudalibus conspicue minoribus; appendice anali compressa oblonga; cauda parte libera paulo minus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali anteriore obtusa corpore minus duplo humiliore, spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali radiosa dorsali spinosa paulo altiore postice quam antice altiore obtusa angulata; pectoralibus obtuse rotundatis capitis parte

postoculari vix longioribus; ventralibus pectoralibus paulo brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata, capitis parte postoculari longiore; colore corpore superne fuscescente viridi, inferne aurantiaco; iride viridi vel violaceo-viridi margine pupillari aurea; sulco oculo-supraoperculari fuscescente; lateribus vittis 10 circ. diffusis fuscis cephalo-caudalibus; pinnis omnibus membrana violascente-hyalinis radiis aurantiacis, membrana radiisque maculis Λ formibus fuscis variegatis, fusco dorsalibus analique vittulas plures longitudinales, pinnis ceteris vittulas plures transversas efficiente.

B 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 16. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 8/14/7 circ.

Syn. *Eleotris oxycephala* Schl., Faun. Jap. Poiss. p. 150 tab. 77 fig. 4, 5; Günth., Cat. Fish. III p. 115; Kner, Zool. Reise Novara Fisch. p. 185.

Eleotris cantherius Rich., Rep. 15h meet. Brit. Assoc. in Rep. ichth. China p. 209.

Hab. Java (Kner).

Longitudo 2 speciminum 105‴ et 210‴.

Rem. Le Culius actuel est connu habiter les eaux de Chine, du Japon et de la Nouvelle-Hollande orientale (Sidney). Je ne l'ai jamais trouvé dans l'Insulinde et ce n'est que sur l'autorité de Kner que je le mentionne comme espèce de Java. J'ai pris la description sur deux individus fort bien conservés du Japon.

L'oxycephalus me semble le plus voisin du Culius senegalensis (Eleotris (Culius) senegalensis Steind.) dont la figure ne montre qu'une huitaine d'écailles sur une rangée transversale au milieu de la partie libre de la queue; mais cette espèce paraît avoir le museau, les joues et le préopercule sans écailles et le tronc couvert d'une rangée de larges taches foncées.

Culius insulindicus Blkr, Not. Eléotr., Arch. néerl. sc. nat. X p. 107.

Cul. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso,

altitudine 6 et paulo ad 7 et paulo in ejus longitudine; capite acuto depresso 4 ad 4 et paulo in longitudine corporis; altitudine capitis 2-, latitudine capitis $1\frac{3}{5}$ ad $1\frac{3}{4}$ in ejus longitudine; linea rostro frontali supra oculos rectiuscula rostro convexa; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 5 ad 6 in longitudine capitis, diametro 1 ad $1\frac{1}{2}$ distantibus; rostro acuto alepidoto, absque maxilla superiore oculo non longiore, apice ante oculi partem superiorem sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore breviore sub oculi dimidio posteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis, intermaxillaribus serie externa ceteris paulo majoribus subaequalibus, inframaxillaribus anterioribus serie externa posterioribus serie interna ceteris majoribus inaequalibus; poris capite conspicuis nullis; sulco oculo-supraoperculari bene conspicuo; genis sulcis 2 longitudinalibus plus minusve conspicuis cristulis 3 ad 5 transversis unitis; spina praeoperculari acuta curvata; regione suboculari alepidota; squamis genis, praeoperculo et operculo minimis, genis et praeoperculo valde deciduis, operculo 15 circ. in serie longitudinali; squamis capite, nucha, regione thoraco-gulari et ventre cycloideis, lateribus et cauda ctenoideis; squamis 40 circ. in serie longitudinali rostrum inter et dorsalem anteriorem, 50 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 11 vel 12 in serie transversa initium analis inter et dorsalem radiosam, 9 circ. in serie transversa paulo ante basin pinnae caudalis; squamis interocularibus et occipitalibus squamis nuchalibus conspicue minoribus, caudalibus quam lateribus antice conspicue majoribus et quam lateribus medio non vel vix majoribus; appendice anali compressa oblongo-elongata; cauda parte libera non multo minus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali anteriore obtusa corpore duplo vel plus duplo humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali radiosa spinosa altiore corpore humiliore obtusa postice angulata vel rotundata; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro longioribus; ventralibus pectoralibus brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata capite absque rostro longiore; colore corpore superne fuscescente, roseo-viridi vel fuscescente-viridi

inferne dilutiore vel roseo-aurantiaco; iride viridi margine pupillari aurea; pinnis membrana violascente-hyalinis vel fuscis, radiis aurantiacis; dorsali spinosa vittis 2 vel 3 longitudinalibus fuscis; dorsali radiosa, caudali et pectoralibus fusco variegatis, fusco dorsali vittulas longitudinales, pectoralibus et caudali vittulas transversas efficiente; pectoralibus basi superne frequenter macula majore fusca vel sanguinea.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 16 vel 17. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 12/14/10 circ.

Hab. Sumatra (Padang); Singapura; Buro (Kajeli); Amboina; Timor (Kupang); in aquis fluvio-marinis.

Longitudo 13 specinimum 62‴ ad 114‴.

Rem. Le Culius actuel appartient encore, par la formule des écailles sur une rangée longitudinale du tronc, au groupe des Culius oxycephalus, melanosoma et macrocephalus, mais il est distinct par un moindre nombre d'écailles sur une rangée transversale entre l'origine de l'anale et la seconde dorsale. Il n'a cependant, comme l'oxycephalus, que 9 écailles sur une rangée transversale du milieu de la partie libre de la queue, mais les écailles de la queue ne diffèrent presque pas en largeur de celles du milieu du tronc, tandis que les écailles de cette partie du tronc dans l'oxycephalus sont beaucoup plus petites que celles de la partie libre de la queue.

Culius macrolepis Blkr, Not. Eléotr., Arch. néerl. sc. nat. X p. 109.

Cul. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 5 et paulo in ejus longitudine; capite acuto depresso 4 fere ad 4 et paulo in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{2}{3}$ circ.-, latitudine capitis $1\frac{2}{5}$ ad $1\frac{1}{2}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali supra oculos concaviuscula rostro convexa; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 5 ad $5\frac{1}{2}$ in longitudine capitis, diametro $1\frac{1}{2}$ circ. distantibus; rostro acuto alepidoto absque maxilla oculo non longiore, apice ante oculi partem superiorem sito; naribus anterioribus rostri margini

approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore breviore sub oculi dimidio posteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis, intermaxillaribus serie externa ceteris paulo majoribus subaequalibus, inframaxillaribus anterioribus serie externa posterioribus serie interna ceteris longioribus inaequalibus; poris capite conspicuis nullis; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; genis sulcis 2 longitudinalibus cristulis 3 ad 5 transversis unitis; spina praeoperculari curvata; regione suboculari alepidota; genis postice, praeoperculo operculoque ubique squamatis; squamis genis et praeoperculo minimis squamis operculo minoribus; squamis capite, nucha, regione thoraco-gulari et ventre cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis 40 circ in serie longitudinali rostrum inter et pinnam dorsalem anteriorem, 42 ad 45 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 11 vel 12 in serie transversa initium analis inter et dorsalem radiosam, 8 vel 9 in serie transversa paulo ante basin pinnae caudalis; squamis interocularibus et occipitalibus squamis nuchalibus minoribus, caudalibus quam squamis lateribus antice paulo majoribus et quam lateribus medio vix ad non majoribus; appendice anali compressa oblongo-elongata; cauda parte libera multo minus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali anteriore obtusa corpore plus duplo humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali radiosa spinosa conspicue altiore corpore humiliore obtusa postice angulata; pectoralibns obtuse rotundatis capite absque rostro longioribus; ventralibus pectoralibus paulo brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata capite absque rostro longiore; colore corpore superne rufescente- vel fuscescente-viridi, inferne viridescente-aurantiaco; iride viridi margine pupillari aurea; pinnis membrana fuscescentibus vel purpureis vel violascente-hyalinis radiis aurantiacis; dorsali spinosa vittulis 2 longitudinalibus fuscis; dorsali radiosa et caudali maculis parvis fuscis variegatis, maculis dorsali vittulas longitudinales, caudali vittulas transversas efficientibus; pectoralibus basi superne macula fusca vel sanguinea.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 15 vel 16. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 11/14/11 circ.

Hab. Amboina, in mari vel in aquis fluvio-marinis. Longitudo 2 speciminum 70‴ et 81‴.

Rem. Le Culius actuel se fait aisément reconnaître par ses écailles du tronc. Seul parmi ses congénères il n'a que de 42 à 45 écailles sur une rangée longitudinale du tronc. Pour le nombre des écailles sur les rangées transversales l'espèce ressemble à l'insulindicus, espèce du reste à corps moins trapu et à une cinquantaine d'écailles sur une rangée longitudinale.

BELOBRANCHUS Blkr.

Corpus subelongatum vel elongatum antice cylindraceum, capite acutiusculo vel obtusiusculo plane alepidoto, radio branchiostego superiore vel subsuperiore inferne spina antrorsum spectante. Squamae trunco ctenoideae 70 circ. in serie longitudinali. Dentes; utraque maxilla pluriseriati serie externa paulo longiores, canini nulli; pharyngeales pluriseriati conici acuti. Maxilla inferior prominens. Rictus obliquus. Nares non tubulatae, anteriores a rostri margine remotae. Aperturae branchiales isthmo lato separatae. D. 6 — 1/7 vel 6 — 1/8. A. 1/7 vel 1/8.

Rem. Le genre Belobranchus est remarquable, dans le groupe des Eleotrini, par la tête complètement dénuée d'écailles et par l'armure en forte épine dirigée en avant du premier rayon ou des deux premiers rayons de la membrane branchiale. Par la tête complètement lisse et sans écailles il est voisin du Philypnodon, mais il en diffère par l'absence de dents vomériennes, palatines et linguales, par l'épine branchiale, par la petitesse des écailles et par les six épines de la première dorsale. Le genre Gymneleotris du sousgroupe des Eleotri, approche plus encore du Belobranchus, mais il se distingue par l'absence d'épine branchiale, par l'absence d'écailles sur la partie antérieure du tronc, par la présence de canines inframaxillaires et par la formule des nageoires = D. 7—11. A. 9. Le genre actuel présente seul, parmi les Eleotrini à ma disposition, le caractère de narines antérieures non prolongées en tubule et distantes du bord libre du museau.

Je ne connais du genre qu'une seule espèce, l'Eleotris belobrancha Val. Une deuxième espèce fut décrite sous le nom de Belobranchus taeniopterus, mais cette espèce n'est que nominale et ne représente que le jeune âge du Belobranchus type.

Belobranchus Quoyi Blkr, Nieuwe bijdr. ichth. Bali, Nat. T. Ned. Ind. XII p. 300.

Belobr. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 6 ad 7 in ejus longitudine; capite depresso 4 fere ad $4\frac{3}{4}$ in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{2}{3}$ ad 2, latitudine capitis $1\frac{1}{5}$ ad $1\frac{3}{4}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali fronte rectiuscula vel convexiuscula rostro convexa; oculis obliquis juvenilibus magis lateraliter quam sursum aetate provectis magis sursum quam lateraliter spectantibus, diametro $3\frac{1}{3}$ ad $6\frac{1}{2}$ in longitudine capitis, diametro $\frac{1}{2}$ ad $1\frac{1}{3}$ distantibus; rostro convexo oculo duplo ad non breviore, apice ante medium oculum vel ante oculi marginem inferiorem sito; maxilla superiore maxilla inferiore breviore valde juvenilibus sub medio oculo, aetate provectioribus sub oculi margine posteriore vel paulo post oculum desinente; dentibus maxillis anterioribus pauciseriatis parvis acutis serie externa ceteris paulo majoribus, posterioribus uniseriatis inframaxillaribus inaequalibus intermaxillaribus subaequalibus longioribus; dentibus pharyngealibus pluriseriatis parvis conicis acutis; poris capite conspicuis nullis; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; genis sulcis 2 longitudinalibus, superiore ramo adscendente, inferiore ramo rostro-prae- et supra-oculari cum sulco oculo-supra operculari continuo; radio branchiostego anteriore vel anteriore et sequente inferne spina antrorsum spectante valida conica acuta; apertura branchiali verticali inferne non antrorsum producta; regione gulari alepidota; squamis nucha, basi pinnae pectoralis ventreque cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis nuchalibus minimis juvenilibus deciduis anterioribus posterioribus conspicue minoribus; squamis trunco 70 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 20 circ. in serie transversa

initium analis inter et dorsalem radiosam, 16 circ. in serie transversa paulo ante basin pinna caudalis; squamis caudalibus squamis medio trunco non vel vix majoribus; cauda parte libera duplo fere longiore quam postice alta; appendice anali oblongo-elongata; pinna dorsali anteriore obtusa corpore duplo vel plus duplo humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali radiosa dorsali spinosa sat multo altiore sed corpore humiliore obtusa rotundata; pectoralibus obtuse rotundatis capitis parte postoculari non ad vix longioribus radiis superioribus brevibus filosis; ventralibus capitis parte postoculari brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata; colore corpore superne fuscescente-aurantiaco vel violascente aurantiaco vel profunde olivaceo, inferne fuscescente, aurantiaco vel flavescente; vittulis vel striis profunde fuscis cephalo-caudalibus numerosis (totidem ac series squamarum longitudinales); iride viridi margine pupillari aurea; pinnis membrana violascente-hyalinis vel fuscescentibus, radiis aurantiacis; *juvenilibus* et *adolescentibus* corpore vittis irregularibus transversis pluribus aurantiacis vel punctis et ocellis sparsis sat numerosis aurantiacis; pinnis, ventralibus exceptis, fusco variegatis fusco dorsalibus et anali vittulas longitudinales pectoralibus et caudali vittas irregulares transversas efficiente; pectoralibus basi superne vulgo macula majore fusca vel sanguinea; *aetate provectioribus* et *adultis* corpore diffuse fusco nebulato; pinnis diffuse tantum vel non variegatis dorsali spinosa infra apicem vulgo fuscescente.

B. 6. D. 6—1/7 vel 6—1/8. P. 19 ad 23. V. 1/5. A. 1/7 vel 1/8. C. 12/14/10 circ. vel lat. brev. parciores.

Syn. *Eleotris belobrancha* CV, Poiss. XII p. 183; Blkr, Vierde bijdr. ichth. Celebes Nat. T. Ned. Ind. V p. 167; Günth., Cat. Fish. III p. 127.

Belobranchus taeniopterus Blkr, N. bijdr. ichth. Bali, Nat. T. Ned. Ind. XII p. 301.

Eleotris taenioptera Günth., Cat. Fish. III p. 127.

Hab. Bali (Boleling); Borneo; Celebes (Maros, Manado, Sawangan, Klabatdiatas, Gorontalo; Batjan (Labuha); Ceram; in fluviis et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 16 speciminum 48‴ ad 161‴.

Rem. Le Belobranchus taeniopterus fut établi sur cinq petits individus de 48‴ jusqu'à 57‴ de long provenant de l'île de Bali ; et je décrivis comme étant de l'espèce de l'Eleotris belobrancha CV. un individu de Célèbes de 119‴ de long. Depuis, j'ai reçu dix autres spécimens de Belobranchus de dimensions fort différentes et en partie tenant le milieu en longueur entre les individus antérieurement décrits. La comparaison de tous ces individus n'pas fait découvrir de caractères essentiels pour séparer spécifiquement le taeniopterus du Quoyi. Les formules des écailles et des nageoires sont parfaitement les mêmes et les différences dans les proportions du corps, de la tête, des mâchoires etc ne sont que des caractères d'âge ou de simples variations individuelles. Quant aux couleurs, je puis démontrer que les bandelettes des nageoires se perdent ordinairement après l'adolescence et ne laissent même pas de vestiges dans les adultes. Les bandes transversales du corps, déjà peu marquées dans les jeunes, ne se font pas non plus observer dans les adultes et y sont ordinairement remplacées par des bandelettes longitudinales brunes et étroites, égalant en nombre les rangées longitudinales d'écailles du tronc. Le taeniopterus est donc une espèce à rayer.

Le Belobranchus Quoyi n'a pas été trouvé jusqu'ici hors l'Insulinde.

Subphalanx Butii.

Eleotrini capite superne cristis osseis laevibus vel serratis; palato edentulo; dentibus utraque maxilla pluriseriatis; aperturis branchialibus usque sub oculo extensis isthmo angusto separatis; squamis trunco ctenoideis; crista praeoperculi intramarginali libera; naribus sat approximatis non tubulatis; membrana branchiostega radiis 6.

Rem. Le sousgroupe des Butii se fait aisément distinguer, parmi les Eleotriformes par les crêtes osseuses entre les orbites et par le double bord du préopercule dont l'interne s'érige en crête libre bien distincte.

Les espèces connues de Butii sont peu nombreuses, mais elles sont à rapporter à quatre genres, que j'ai indiqués sous les noms de Butis, Gymnobutis, Prionobutis et Odontobutis. Trois de ces genres ont des représentants dans l'Insulinde. Du genre Gymnobutis, caractérisé par la tête deprimée et pointue et dénuée d'écailles, par l'absence d'écailles sur la partie antérieure du tronc, par les sept épines dorsales etc., la seule espèce connue habite la côte orientale de la Nouvelle-Hollande. mais toutes les autres espèces du groupe sont insulindiennes et s'étendent en partie jusqu'aux côtes du Japon, de Chine, de Siam et de l'Inde.

ODONTOBUTIS Blkr.

Corpus subelongatum antice cylindraceum; capite prismatico, acuto, depresso, latiore quam alto, superne lateribusque dense squamato, cristis interorbitalibus nudis laevibus. Squamae trunco 40 circ. in serie longitudinali. Dentes; utraque maxilla pauciseriati graciles non conferti serie externa paulo longiores, canini nulli; pharyngeales pluriseriati conico-subulati. Maxilla inferior valde prominens. D. 6 ad 8—1/8 ad 6—1/10. A 1/6 ad 1/8.

Rem. Le genre Odontobutis se fait aisément reconnaître par le peu de développement des crêtes du dessus de la tête, les interorbitaires étant très-peu élevés, lisses et sans écailles susorbitaires, et celles du museau et de la région temporale n'étant que rudimentaires ou nulles. La diagnose est facilitée encore par la dense écaillure du dessus et des côtés de la tête et par les quarante écailles s r une rangée longitudinale du tronc. Je n'en connais qu'une seule espèce, celle que M. Schlegel a décrit le premier sous le nom d'Eleotris obscura.

Odontobutis obscura Blkr, Syst. Gob., Arch. néerl. sc. nat. IX p. 305.

Odontob. corpore elongato antice cylindraceo postice com-

presso, altitudine 5 ad $5\frac{1}{2}$ in ejus longitudine; capite acuto depresso $3\frac{1}{5}$ ad $3\frac{2}{5}$ in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{3}{5}$ ad $1\frac{3}{4}$, latitudine capitis $1\frac{2}{3}$ ad $1\frac{1}{2}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali juvenilibus rectiuscula aetate provectis supra oculos concaviuscula rostro convexa; oculis obliquis magis sursum quam lateraliter spectantibus, diametro 4 ad 6 in longitudine capitis, diametro 1 fere ad 2 fere distantibus; rostro acuto absque maxilla superiore oculo non ad vix longiore, apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus rostri margini sat approximatis margine elevato claudendis; maxilla superiore inferiore breviore junioribus sub medio oculo aetate provectis sub oculi parte posteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis conicis acutis curvatis seriebus internis mobilibus, serie externa seriebus mediis paulo longioribus; dentibus pharyngealibus pluriseriatis conico-subulatis vix curvatis; poris capite conspicuis nullis; crista supra-orbitali obtusa humili laevi alepidota; cristis rostro regioneque temporali nullis; sulco rostro-fronto-postoculo-supraoperculari bene conspicuo; genis sulculis 2 vel 3 longitudinalibus superiore ramulo adscendente cum sulco postoculari unito; rostro et regione praeorbitali alepidotis; squamis frontalibus usque ad nares posteriores fere sese extendentibus; genis, praeoperculo operculoque dense squamatis, squamis genis postocularibus et opercularibus conspicue minoribus; aperturis branchialibus usque sub oculo porrectis isthmo gracili tantum sejunctis; squamis capite, thoraco-gularibus et ventralibus cycloideis, nuchalibus et lateribus caudaque ctenoideis non squamulatis; squamis 20 circ. in serie longitudinali orbitae partem posteriorem inter et dorsalem spinosam anteriorem, 17 circ. in serie longitudinali oculum inter et operculi marginem posteriorem, 40 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 13 circ. in serie transversa initium analis inter et dorsalem radiosam, 10 circ. in serie transversa cauda paulo ante basis pinnae caudalis; squamis frontalibus nuchalibus conspicue minoribus; squamis trunco antice quam mediis lateribus caudaque minoribus, caudalibus iis medio trunco non ad vix majoribus; appendice anali oblongo-elongata; cauda parte libera multo minus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali spinosa obtusa corpore duplo vel plus duplo humiliore

spinis mediis ceteris longioribus; dorsali radiosa dorsali spinosa altiore corpore humiliore, obtusa, postice quam medio non altiore angulata vel rotundata; pectoralibus obtuse rotundatis capitis parte postoculari longioribus; ventralibus capitis parte postoculari sat multo ad non brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata capitis parte postoculari longiore; corpore superne fuscescente-olivaceo vel profunde olivaceo inferne viridescente-aurantiaco vel pallide aurantiaco, junioribus dorso lateribusque fusco nebulato; iride viridi margine pupillari aurea; capite inferne juvenilibus praesertim fusco et flavescente-aurantiaco variegato; pinna dorsali spinosa fusca vel violascente-hyalina maculis irregularibus fuscis variegata; pinnis ceteris membrana violascentibus vel violascente-hyalinis radiis aurantiacis fusco variegatis, fusco dorsali radiosa et anali vittulas longitudinales, pectoralibus, ventralibus caudalique vittulas transversas efficiente; ventralibus interdum totis fuscis.

B. 6. D. 6 ad 8—1/8 vel 1/9 vel 1/10. P. 15. V. 1/5. A. 1/6 vel 1/7 vel 1/8. C. 7/14/5 circ.

Syn. *Eleotris obscura* Schl., Faun. Jap. Poiss. p. 149 tab. 77 fig. 1, 2, 3; Günth., Cat. Fish. III p. 115; Kner, Zool. Reis. Novara Fisch. p. 185.

Hab. Java (Kner).

Longitudo 10 speciminum 80‴ ad 171‴.

Rem. Le nombre des épines dorsales, dans cette espèce, varie entre 6 et 8 mais celui de sept paraît le normal. Je compte ce nombre sur huit des dix individus à ma disposition, les autres n'en ayant que six. Kner observa des individus à huit épines dorsales. M Günther décrit les écailles comme „not ciliated", mais cette expression ne peut se rapporter qu'aux écailles de la tête, de la région thoraco-gulaire et du ventre, les écailles de la nuque, des flancs et de la queue étant distinctement ciliées bien que le cils soient très-fins.

Tous les individus à ma disposition proviennent du Japon (fleuves de Kiusiu) et je n'ai jamais reçu l'espèce d'aucune localité de l'Inde archipélagique. Ce n'est que sur l'autorité de Kner que je l'enrégistre parmi les espèces insulindiennes, cet

auteur déclarant positivement qu'il en a observé un individu provenant de Java. Du reste l'espèce est connue aussi de Chine et d'Auckland.

Butis Blkr.

Corpus subelongatum vel elongatum antice cylindraceum, capite prismatico aeque alto circ. ac lato valde acuto, superne plano squamato cristis osseis rostro-interocularibus et temporalibus laevibus vel vix scabris. Squamae trunco 30 circ. in serie longitudinali. Dentes maxillis pluriseriati parvi conferti aequales vel subaequales, serie externa paulo longiores; pharyngeales pluriseriati conici acuti vel acutiusculi. Maxilla inferior valde prominens D. 6—1/8 vel 6—1/9 A. 1/8 vel 1/9.

Rem. Le genre Butis fut primitivement établi sur l'Eleotris humeralis Val. ou le Cheilodipterus butis Ham. Buch. J'y rapportai ensuite aussi l'Eleotris koilomatodon Blkr ou l'Eleotris caperata Cant , mais il me semble maintenant que cette dernière espèce appartient au genre Prionobutis, dont l'Eleotris dasyrhynchus Günth. est le type.

Les Butis se distinguent; des Gymnobutis par la tête squammeuse, par les 30 écailles sur une rangée longitudinale du tronc, par les six épines dorsales, etc.; — des Odontobutis par la formule des écailles, par la présence de crêtes interorbitaires, rostrales et temporales minces et plus ou moins crenulées ou finement dentelées, etc.; — et du genre Prionobutis par la tête prismatique, fort déprimée à museau fort pointu, par les crêtes très-peu ou presque pas armées du dessus de la tête et par les dents faibles aux deux mâchoires.

Les espèces connues de Butis se ressemblent beaucoup par la physionomie générale, par les nageoires, par l'écaillure et par les couleurs, mais on arrive à les reconnaître nettement par les caractères exposés dans le synopsis suivant.

I. Régions interoculaire et sousoculo-préoperculaire squammeuses.

a. Hauteur de la partie postérieure de la queue $1\frac{1}{3}$ fois dans la longueur de sa partie libre.

aa. Mâchoires à dents de la rangée externe pas plus longues que celles des rangées médianes. Hauteur du corps 5 fois, longueur de la tête $3\frac{1}{3}$ fois dans la longueur totale. Mâchoire supérieure s'arrêtant sous la partie antérieure de l'oeil. Ecailles squammuleuses, celles de la tête non ciliées.

1. *Butis prismaticus* Blkr.

b. Hauteur de la partie postérieure de la queue 2 fois à plus de 2 fois dans la longueur de sa partie libre. Ecailles de la tête ciliées.

bb. Hauteur du corps 6 à 8 fois, longueur de la tête $3\frac{1}{3}$ à 4 fois dans la longueur totale.

† Mâchoires à dents de la rangée externe plus longues que celles des rangées médianes Mâchoire supérieure s'arrêtant au devant ou sous le bord antérieur de l'oeil. Ecailles du tronc squammuleuses.

2. *Butis butis* Blkr.

†' Mâchoire supérieure à dents de la rangée externe presque pas plus grandes que les autres; mâchoire inférieure à dents des rangées externes égales. Mâchoire supérieure s'arrêtant sous la moitié antérieure de l'oeil. Ecailles du tronc non squammuleuses.

3. *Butis amboinensis* Blkr.

cc. Hauteur du corps 5 à 6 fois, longueur de la tête $3\frac{1}{3}$ à $3\frac{3}{5}$ fois dans la longueur totale. Mâchoires à dents des rangées externes égales ou presque égales. Mâchoire supérieure s'arrêtant sous le milieu de l'oeil. Ecailles du tronc squammuleuses

4. *Butis melanostigma* Blkr.

II. Region interoculaire, joues et préopercule denués d'écailles. Mâchoires à dents de la rangée externe un peu plus longues que les autres. Mâchoire supérieure s'arrêtant sous le bord antérieur de l'oeil. Ecailles du tronc non squammuleuses, celles de la tête ciliées. Hauteur du corps 5½ à 6 fois, longueur de la tête $3\frac{2}{5}$ à $3\frac{3}{5}$ fois dans la longueur totale.

5. *Butis gymnopomus* Blkr.

Butis prismaticus Blkr, Act. Soc. Sc. Ind. Neerl. VI; Enum. Spec. Pisc. p. 113.

But. corpore elongato antice cylindraceo, postice compresso, altitudine 5 circ. in ejus longitudine; capite valde acuto depresso 3½ circ in longitudine corporis; altitudine et latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; linea rostro-frontali rectiuscula; oculis subverticalibus, diametro 6 ad 7 in longitudine capitis, diametris 2 fere distantibus; cristis interorbitalibus et rostralibus leviter crenulatis, temporalibus vix conspicuis laevibus; rostro acuto alepidoto, apice ante medium oculum sito, absque maxilla superiore oculo longiore; maxilla superiore inferiore breviore sub oculi parte anteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis in vittas postrorsum gracilescentes dispositis, vittis intermaxillaribus inframaxillaribus latioribus dentibus serie externa ceteris non majoribus, inframaxillaribus posterioribus serie interna tantum ceteris paulo longioribus; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; praeoperculo crista intramarginalem inter et marginem posteriorem poris 2 vel 3 conspicuis; capite superne usque inter nares posteriores, genis, praeoperculo et operculo dense squamato, squamis cycloideis regione praeoculari, genis praeoperculoque minimis squamis frontalibus occipitalibus et opercularibus plus minusve squamulatis conspicue minoribus; squamis lateribus caudaque ctenoideis basi plus minusve squamulatis; squamis 25 circ. in serie longitudinali orbitarum marginem posteriorem inter et dorsalem spinosam, 30 circ. angulum aperturae branchialis superiorem inter et

basin pinnae caudalis, 10 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 7 circ. in serie transversa cauda paulo ante basin pinnae caudalis; squamis cauda iis mediis lateribus non vel vix majoribus; appendice anali compressa oblonga; cauda altitudine postice 1½ circ. in partis ejus liberae longitudine: pinna dorsali spinosa obtusa corpore duplo circ. humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali radiosa spinosa altiore corpore humiliore obtusa postice non producta rotundata vel obtusangula; pectoralibus obtuse rotundatis capitis parte postoculari longioribus; ventralibus capitis parte postoculari vix brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtusa (radiis ex parte abruptis); colore corpore superne fuscescente-viridi, inferne dilutiore; iride viridi margine pupillari aurea; squamis lateribus caudaque singulis stria transversa flavescente; pinnis, dorsali spinosa nigricante, ceteris membrana violascente-hyalinis radiis aurantiacis, dorsali radiosa, ventralibus anali caudalique radiis fusco variegatis, pectoralibus basi macula oblonga nigra rubro cincta.

B 6. D. 6 - 1/8 vel 6—1/9. P. 19. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 6/12/4 circ.

Syn. *Eleotris prismatica* Blkr, Verh. Bat. Gen. XXII Gob p. 23.
Eleotris butis Günth., Cat. Fish. III p. 116 ex parte?
Puntang Javan.

Hab. Java et Madura, in Freto Kammal inter et Surabayam.
Longitudo speciminis unici 113'''.

Rem. Je n'ai vu de l'espèce actuelle que le seul individu, qui depuis plus d'un quart de siècle fait partie de mes collections Elle appartient au groupe à régions interoculaire et sous-oculo préoperculaire squammeuses et s'y distingue nettement par la hauteur relative de la queue et par les écailles non ciliées de la tête.

Butis butis Blkr, Bijdr. ichth Boero, Nat. T. Ned. Ind XI p 412

But. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 6 ad 8 in ejus longitudine; capite valde acuto de-

presso $3\frac{1}{2}$ ad $3\frac{4}{5}$ in longitudine corporis; altitudine capitis $2\frac{1}{4}$ ad $2\frac{1}{2}$, latitudine capitis 2 fere ad 2 in ejus longitudine; linea rostro-frontali concaviuscula rostro tantum convexa; oculis parum oblique sursum spectantibus, diametro 5 ad 6 in longitudine capitis, diametro 1 ad $1\frac{1}{2}$ distantibus; cristis interorbitalibus, rostralibus et temporalibus vix conspicue vel non crenato-denticulatis; rostro acuto superne postice squamato, apice ante oculi partem inferiorem sito, absque maxilla oculo sat multo ad duplo longiore; maxilla superiore inferiore breviore sub oculi margine anteriore vel vix ante oculum desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis in vittas postrorsum gracilescentes dispositis, vittis intermaxillaribus inframaxillaribus paulo latioribus dentibus serie externa ceteris conspicue majoribus et magis a se invicem distantibus; dentibus inframaxillaribus posterioribus serie interna insuper iis seriebus mediis longioribus; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; praeoperculo cristam intramarginalem inter et marginem posteriorem poris 2 vel 3 plus minusve conspicuis; capite superne usque ante nares posteriores, genis, praeoperculo et operculo dense squamato; squamis capite ctenoideis, regione prae- et interoculari genisque valde parvis squamis cetero capite plus minusve squamulatis conspicue minoribus; squamis regione thoraco-gulari et ventre cycloideis, nucha, lateribus caudaque ctenoideis plurimis basi plus minusve squamulatis; squamis 20 circ in serie longitudinali orbitae inter et dorsalem spinosam, 30 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 9 vel 10 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 5 in serie transversali cauda paulo ante basin pinnae caudalis; squamis cauda iis mediis lateribus vulgo paulo majoribus; appendice anali conico-compressa oblonga; cauda parte libera duplo vel plus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali spinosa acutiuscula corpore multo ad plus duplo humiliore spinis 2ª et 3ª ceteris longioribus; dorsali radiosa dorsali spinosa altiore corpore humiliore, antice quam medio altiore, margine superiore rectiusculo vel concavo, postice acutangula; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro non brevioribus; ventralibus capite absque rostro brevioribus; anali longitudine et postice altitudine dorsali radiosae subaequali,

antice quam medio et postice humiliore postice acutangula; caudali capite paulo ad non breviore obtusa convexa, inferne obtuse rotundata superne vulgo in angulum acutum producta; colore corpore toto vel superne nigricante-fusco vel fusco vel viridi-fusco, inferne vulgo dilutiore; capite et trunco interdum guttulis rubris sparsis; iride viridi vel nigricante-viridi margine pupillari aurea; pinna dorsali spinosa nigricante vel fusca apice rubra; pinnis ceteris membrana fuscis vel violascentibus vel violascente-hyalinis, radiis aurantiacis vel roseis; pectoralibus basi macula simplice vel duplice nigra rubro cincta; pinnis ceteris radiis fusco variegatis, fusco vittulas dorsali et anali 6 ad 8, caudali 8 ad 10 efficiente; dorsali, anali et caudali rubro limbatis.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 18 ad 21. V. 1/5 A. 1/8 vel 1/9. C. 5/13/4 circ.

Syn. *Cheilodipterus butis* Ham.Buch, Fish. Gang. p. 57, 367; Gr., Hardw. Illustr. Ind. Zool. II tab. 93 fig. 3.

Eleotris humeralis CV., Poiss. XII p. 185; Blkr, Verh. Bat. Gen. XXII Gob. p. 22.

Eleotris butis Cant., Cat. Mal. Fish. p. 196; Day, Fish. Cochin., Proc. Zool. Soc. 1865 p. 28 (nec Günth., Cat. Fish. III p. 116 vel ex parte tantum).

Eleotris melanopterus Blkr, N. bijdr. ichth. Ceram, Nat. T. Ned. Ind. III p. 706.

Butis melanopterus Blkr., Ind. descr. spec. pisc. Nat. T. Ned. Ind. XIV p. 465.

Bloso-watu Javan.

Hab. Sumatra (Telokbetong); Pinang; Singapura; Bintang (Rio); Java (Batavia, Samarang, Surabaya, Pasuruan); Madura (Bangcallang, Kammal); Borneo (Bandjermasin); Celebes (Macassar, Bulucomba, Kema); Buro (Kajeli); Ceram (Wahai); Amboina; Philippin. (Samar); in mari et aquis fluvio-marinis

Longitudo 23 speciminum 66''' ad 145'''.

Rem. Jusqu'à mes recherches on ne connaissait qu'une seule espèce de Butis, c'est-à-dire celle que Hamilton Buchanan avait décrite sous le nom de Cheilodipterus butis et que Valen-

ciennes publia sous le nom d'Eleotris humeralis. Depuis la découverte de plusieurs autres espèces il a été possible de bien indiquer les caractères de l'espèce type, au moins si ce que je crois les individus sur lesquels repose la description de cet article représentent en effet l'espèce type. La description de Hamilton Buchanan, en tant qu'elle est exacte, va à toutes les espèces actuellement connues, mais celle de Valenciennes, également prise sur un individu du Bengale, paraît plus positivement avoir rapport à l'espèce de mes individus.

M. Günther a examiné plusieurs individus provenant de Chine, de l'Inde, de Bornéo, de Pinang, d'Amboine et des Philippines, qu'il place sous le nom d'Eleotris butis et qu'il croit spécifiquement identiques avec l'espèce de Hamilton Buchanan et de Valenciennes. La description de M. Günther cependant dit expressément „Scales not ciliated" tandis que je les trouve sur mes nombreux individus constamment et bien distinctement quoique finement ciliées tant sur la tête et la nuque que sur les côtés du tronc Puis aussi la hauteur du corps est dite, par M. Günther, ne mesurer que 5 fois dans la longueur totale, le diamètre de l'oeil 6 à 7 fois dans la longueur de la tête, etc. Les individus décrits par M. Günther méritent d'être examinés de nouveau. Peut-être qu'ils appartiennent à plus d'une seule espèce (Butis prismatica, melanostigma et butis). Ce qui fait supposer que M. Günther n'ait pas peut-être reconnu la pluralité d'espèces des individus à sa disposition, c'est qu'il déclare, dans son article intitulé: „Description of two new Gobioid Fishes from Sarawak (Ann. Nat. Hist. 1868), le Butis melanostigma, espèce elle aussi à écailles de la tête et du tronc ciliées, identique avec son butis, qu'il dit avoir les écailles „not ciliated."

L'espèce actuelle se fait aisément distinguer de ses congénères à joues squammeuses par la rangée de dents plus fortes aux deux mâchoires, par le peu de hauteur du corps, de la tête et de la queue, par la longueur du museau et le peu de prolongement en dessous des yeux de la mâchoire supérieure, par les squamules sur la base de la plupart des écailles, etc.

Butis amboinensis Blkr, Ind. descr. spec. pisc. Nat. T. Ned. Ind. XIV p. 405.

But. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 6 ad 7 in ejus longitudine; capite valde acuto depresso $3\frac{3}{4}$ ad 4 in longitudine corporis; altitudine capitis 2 ad 2 et paulo-, latitudine capitis 2 fere ad 2 in ejus longitudine; linea rostro-frontali rectiuscula vel concaviuscula rostro tantum convexa; oculis diametro 5 ad 6 in longitudine capitis, diametro 1 ad $1\frac{1}{2}$ distantibus; cristis interorbitalibus rostralibus et temporalibus leviter crenulatis vel denticulatis; rostro acuto superne postice tantum squamato, apice ante medium oculum sito, absque maxilla superiore oculo minus duplo longiore; maxilla superiore inferiore breviore sub oculi dimidio anteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis in vittas postrorsum gracilescentes dispositis vittis intermaxillaribus inframaxillaribus paulo latioribus; dentibus, intermaxillaribus serie externa ceteris non majoribus et magis a se invicem distantibus, mandibularibus serie externa ceteris non majoribus; sulco oculo-suprascapulari bene conspicuo; praeoperculo cristam intramarginalem inter et marginem posteriorem poris 2 vel 3 plus minusve conspicuis; capite superne usque inter nares posteriores, genis, praeoperculo operculoque dense squamato; squamis capite ctenoideis ex parte squamulatis regione prae- et interoculari genisque parvis squamis cetero capite conspicue minoribus; squamis trunco non squamulatis, thoraco-gularibus et ventre cycloideis, nucha, lateribus caudaque ctenoideis, 20 circ. in serie longitudinali orbitas inter et dorsalem spinosam, 30 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 9 vel 10 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 5 in serie transversa paulo ante basin pinnae caudalis; squamis cauda iis mediis lateribus majoribus; appendice anali compressa oblonga acutiuscula; cauda parte libera paulo plus duplo ad multo plus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali spinosa acutiuscula corpore multo ad duplo humiliore, spinis 2ª et 3ª ceteris longioribus; dorsali radiosa spinosa altiore, corpore paulo ad non humiliore antice quam medio altiore, margine superiore concava, postice

acutangula plus minusve producta; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro longioribus; ventralibus pectoralibus paulo brevioribus; anali longitudine et postice altitudine dorsali radiosae subaequali antice quam medio et postice humiliore postice acutangula; caudali capite paulo breviore obtusa convexa inferne obtuse rotundata superne vulgo acutangula; colore corpore superne fuscescente-viridi vel olivaceo, inferne dilutiore; iride flavescente-viridi margine pupillari aurea; vitta oculo-operculari fusca diffusa vel nulla; capite et corpore interdum punctis aliquot sparsis fuscis; trunco squamis plurimis guttula parva aurea vel nitente-viridi; pinna dorsali spinosa fusca aurantiaco- vel rubro nebulata; pinnis ceteris membrana fuscescentibus violascentibus vel violascente-hyalinis radiis aurantiacis, dorsali radiosa, anali et caudali radiis vulgo maculis parvis fuscis variegatis, dorsali radiosa, ventralibus anali et caudali rubro limbatis, pectoralibus basi macula majore nigra antice rubro cincta.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 18 vel 19. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 8/12/7 circ.

Syn. *Eleotris amboinensis* Blkr, Vierde bijdr. ichth. Amb. Nat. T. Ned. Ind. V p. 343; Günth., Cat. Fish. III p. 117.

Hab. Celebes (Manado); Buru (Kajeli); Amboina; in aquis fluvio-marinis.

Longitudo 7 speciminum 95''' ad 113'''.

Rem. Le Butis amboinensis est fort voisin du Butis butis mais il a la dentition beaucoup plus faible surtout celle de la mâchoire inférieure; et il se distingue encore par l'absence constante de petites écailles sur la base des grandes écailles du tronc. L'espèce est beaucoup plus rare que le butis et que le melanostigma et il paraît même qu'il n'habite pas les grandes îles de la Sonde. Elle n'est pas connue non plus de localités extra-insulindiennes.

M. Day (Fish Orissa, Proc. Zool. Soc. 1869 p. 303) a cru retrouver l'espèce actuelle dans des poissons d'Orissa, plus petits que ceux de mon amboinensis. Bien que quelques différences entre la description de M. Day et la mienne pussent être attribuées à l'âge différent des individus décrits, il y en a d'autres qui semblent indiquer une différence spécifique. M.

Day compte 15 écailles sur une rangée transversale, mais ne dit pas où cette rangée a été prise (probablement à la région axillaire) et il donne la proportion de la hauteur du corps = $\frac{1}{5}$, celle de la longueur de la tête = $\frac{1}{3}$ de la longueur totale, la formule des pectorales = 17, et décrit la mâchoire supérieure comme s'arrêtant sous le centre de l'orbite. L'espèce de M. Day me paraît plus voisine du prismaticus que de l'amboinensis, mais une étude nouvelle est nécessaire pour bien dé terminer ses affinités. En attendant on pourrait l'indiquer sous le nom de *Butis Dayi*.

Butis melanostigma Blkr, Act. Soc. Scient. Ind. Neerl. VI Enum. Pisc. p. 113.

But. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 5 ad 6 in ejus longitudine; capite valde acuto depresso $3\frac{2}{5}$ ad $3\frac{1}{2}$ in longitudine corporis; altitudine capitis 2 fere ad 2-, latitudine capitis $1\frac{3}{4}$ ad 2 in ejus longitudine; linea rostro-frontali rectíuscula vel concaviuscula rostro tantum convexa vel convexiuscula; oculis parum oblique sursum spectantibus, diametro 5 fere ad 6 et paulo in longitudine capitis, diametro 1 ad $1\frac{1}{2}$ distantibus; cristis interorbitalibus, rostralibus et temporalibus leviter vel vix crenulato-denticulatis; rostro acuto superne squamato, apice ante medium oculum vel oculi partem inferiorem sito, absque maxilla superiore juvenilibus et aetate provectis oculo multo minus duplo longiore; maxilla superiore inferiore longiore sub medio oculo circ. desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis in vittas postrorsum gracilescentes dispositis vittis intermaxillaribus inframaxillaribus multo latioribus, dentibus serie externa ceteris subaequalibus; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; praeoperculo cristam intramarginalem inter et marginem posteriorem poris 2 vel 3 plus minusve conspicuis; capite superne, genis, praeoperculo operculoque dense squamato, squamis usque ante nares anteriores sese extendentibus; squamis capite ctenoideis regione prae- et interoperculari genisque valde parvis squamis cetero capite plus minusve squamulatis conspicue minoribus; squamis nucha, regione

thoraco-gulari, ventre, lateribus caudaque ctenoideis ciliis minimis ex parte deciduis, squamis plurimis basi squamulatis; squamis 25 circ. in serie longitudinali orbitas inter et pinnam dorsalem spinosam, 30 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 9 vel 10 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 5 in serie transversa paulo ante basin pinnae caudalis; squamis caudalibus iis mediis lateribus non vel vix majoribus; appendice anali compressa oblongo-elongata; cauda parte libera duplo vel duplo fere longiore quam postice alta; pinna dorsali spinosa acutiuscula vel obtusiuscula corpore duplo circ. humiliore, spinis 2ª et 3ª ceteris longioribus; dorsali radiosa dorsali spinosa altiore corpore humiliore, antice quam medio altiore, margine superiore rectiuscula vel concava, postice vulgo acutangula; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro non vel vix brevioribus; ventralibus capite absque rostro brevioribus; anali longitudine et postice altitudine dorsali radiosae subaequali antice quam medio et postice humiliore, postice acutangula; caudali capite paulo breviore obtusa convexa inferne obtusangula vel rotundata superne vulgo acutangula; colore corpore nigricante vel superne fusco vel fuscescente-viridi, inferne dilutiore vel aurantiaco; iride violacea vel viridi margine pupillari aurea; capite corporeque guttulis vel punctis sparsis nigris genis et regione postoculari vulgo circa oculum subradiantibus; pinna dorsali anteriore nigra vel fusca; pinnis ceteris membrana fuscescentibus vel violascente-hyalinis, radiis aurantiacis vel rubris; pectoralibus basi macula irregulari nigra rubro limbata, ceteris radiis fusco variegatis fusco vittulas plures efficiente; dorsali radiosa, ventralibus analique rubro marginatis.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 18 ad 20. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 9/12/6 circ.

Syn. *Eleotris melanostigma* Blkr, Verh. Bat. Gen. XXII Gob. p. 23; Günth., Cat. Fish. III p. 117.

Eleotris Wolffii Blkr, Over nieuwe soort. Blenn. Gob. Nat. T. Ned. Ind. I p. 253.

Butis Wolffii Blkr, Act. Soc. Scient. Ind. Neerl. VI, Enum. Pisc. p. 113.

Puntang Javan; *Babalak* Sund.

Hab. Sumatra (Palembang); Java (Batavia, Perdana, Surabaya); Madura (Kammal); Borneo (Sambas, Kahajan, Bandjermasin); in fluviis et aquis fluvio-marinis.
Longitudo 43 speciminum 64‴ ad 142‴.

Rem. Cette espèce semble avoir un cercle de distribution beaucoup plus limité que le Butis butis. Elle n'a pas été trouvée, hors l'Insulinde, que dans les fleuves de Siam, et dans l'Archipel indien elle paraît n'habiter que les eaux douces et saumâtres des grandes îles de la Sonde. Elle se fait aisément distinguer du butis type par la dentition, les dents de la rangée externe aux deux mâchoires n'étant pas plus grandes que celles des autres rangées. Elle a en outre le corps plus trapu, le museau moins long, la mâchoire supérieure s'étendant plus en arrière, les écailles de toutes les parties de la tête et du tronc cténoïdes et ordinairement fortement squammuleuses, etc.

L'Eleotris Wolffii n'est qu'une espèce nominale établie sur un seul individu mal conservé de 48‴ de long.

Butis gymnopomus Blkr, Ind. descr. pisc. Nat. T. Ned. Ind. XIV p. 465.

But. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine $5\frac{1}{2}$ ad 6 in ejus longitudine; capite valde acuto depresso $3\frac{2}{3}$ ad $3\frac{3}{4}$ in longitudine corporis; altitudine capitis 2 et paulo ad $2\frac{1}{3}$, latitudine capitis 2 ad 2 et paulo in ejus longitudine; linea rostro-frontali rectiuscula vel concaviuscula rostro tantum convexa; oculis parum oblique sursum spectantibus diametro 5 ad 6 in longitudine capitis, diametro 1 circ. distantibus; cristis interorbitalibus, rostralibus et temporalibus leviter crenulato-denticulatis; rostro acuto apice ante medium oculum vel ante oculi partem inferiorem sito, absque maxilla oculo minus duplo longiore; maxilla superiore inferiore breviore sub oculi margine anteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis in vittas postrorsum gracilescentes dispositis vittis intermaxillaribus inframaxillaribus paulo latioribus, dentibus serie externa ceteris conspicue majoribus et magis a se invicem distantibus; dentibus inframaxillaribus posterioribus

serie interna insuper iis seriebus mediis longioribus; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; praeoperculo cristam intramarginalem inter et marginem posteriorem poris 2 vel 3 conspicuis vel nullis; capite regione interoculari, rostro, genis praeoperculoque plane alepidoto, superne post oculos et lateribus operculis tantum squamato, squamis mediocribus ctenoideis ex parte squamulatis; squamis thoraco-gularibus et ventralibus cycloideis, nuchalibus, lateribus caudaque ctenoideis non squamulatis; squamis 14 circ. in serie longitudinali orbitas inter et dorsalem spinosam, 30 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinna caudalis, 9 vel 10 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 5 in serie transversa paulo ante basin pinnae caudalis; squamis caudalibus squamis mediis lateribus non vel vix majoribus; appendice anali conico- compressa oblonga; cauda parte libera duplo ad plus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali spinosa acutiuscula corpore multo ad duplo humiliore spinis 2ª et 3ª ceteris longioribus; dorsali radiosa spinosa altiore corpore paulo ad non humiliore, antice quam medio altiore, margine superiore concava, postice acutangula radio postice interdum (masculis) plus minusve producto; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro vix ad non longioribus; ventralibus capite absque rostro brevioribus; anali longitudine et postice altitudine dorsali radiosae subaequali antice quam medio et postice humiliore postice acutangula; caudali capite absque rostro longiore obtusa convexa inferne obtuse rotundata superne acutangula vel in setam brevem producta; colore corpore superne fuscescente-viridi vel olivaceo, inferne dilutiore vel aurantiaco; iride viridescente margine pupillari aurea; lateribus vittis 7 vel 8 longitudinalibus fuscis et frequenter insuper guttulis sparsis fuscis profundioribus; pinna dorsali spinosa fusca vel nigricante postice flavescente-rubra; pectoralibus aurantiacis vel roseis basi frequenter macula irregulari fusca rubro cincta; dorsali radiosa, ventralibus et anali fuscis rubro limbatis; caudali fusca interdum fusco profundiore punctata superne et inferne rubro limbata; dorsali radiosa radiis frequenter fusco variegata.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 17 vel 18. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 7/12/7 circ.

Syn. *Eleotris gymnopomus* Blkr, Diagn. n. vischsoort. Sumatra Nat. T. Ned. Ind. IV p 274.
Iungulian Sund.

Hab. Sumatra (Benculen, Padang, Ulacan, Priaman); Nias; Singapura; Bangka (Marawang); Java (Perdana, Patjitan); Bali (Boleling); Borneo; in fluviis et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 24 speciminum 62‴ ad 115‴.

Rem. Le Butis gymnopomus est très-nettement caractérisé par l'absence complète d'écailles sur la région interoculaire, le museau, les joues et le préopercule, et il se distingue en outre de tous ses congénères par les dents plus fortes de la rangée externe aux deux mâchoires ainsi que par des nageoires plus simplement colorées. L'espèce paraît être propre aux îles de la Sonde.

Les eaux de la Nouvelle-Hollande orientale (Port Jackson) nourrissent une espèce de Butii, l'Eleotris gymnocephalus Steind., où la tête et la nuque sont dénuées d'écailles. Le gymnopomus en est plus voisin que les autres espèces de Butis, mais le gymnocephalus se distinguant par une formule fort différente des écailles (40 sur une rangée longitudinale) et de la première dorsale (7 épines), me paraît devoir être consideré comme d'un type générique distinct pour lequel j'ai proposé le nom de Gymnobutis.

PRIONOBUTIS Blkr.

Corpus subelongatum antice cylindraceum, capite obtusiusculo convexo squamato, cristis osseis rostro interocularibus et temporalibus valde elevatis et valde serratis. Squamae trunco 30 circ. in serie longitudinali. Dentes maxillis pluriseriati serie externa conspicue longiores, canini nulli. Maxilla inferior paulo ad non prominens. D. 6—1/8 vel 6 —1/9 A. 1/7 ad 1/9.

Rem. J'ai hésité à separer ce genre du genre Butis, mais les deux espèces que j'y rapporte ont une physionomie fort-différente des espèces de Butis, la tête plus haute et plus obtuse

et le museau plus court et plus obtus. Il est remarquable aussi par le développement des crêtes osseuses du dessus de la tête et par leur dentelure forte qui se fait remarquer déjà sans l'aide d'une loupe. Les crêtes interoculaires s'élèvent jusque bien au-dessus des orbites et entourent la plus grande partie des yeux.

Les deux espèces connues habitent l'Insulinde et se distinguent par des caractères très-nets.

I. Yeux 4 à $4\frac{1}{2}$ fois dans la longueur de la tête, dirigés obliquement en haut et séparés par une espace concave dont la largeur est moindre que le diamètre de l'oeil. Mâchoire supérieure s'arrêtant sous l'oeil. Dos sans larges taches jaunâtres. Pectorales à rayons unicolores.

1. *Prionobutis koilomatodon* Blkr.

II. Yeux très-petits (10 fois? dans la longueur de la tête) dirigés en haut et séparés par un large espace uni. Mâchoire supérieure descendant jusqu'en arrière de l'oeil. Dos à deux ou trois larges taches jaunâtres. Pectorales à rayons variés de noirâtre.

3. *Prionobutis dasyrhynchus* Blkr.

Prionobutis koilomatodon Blkr.

Prionob. corpore subelongato antice cylindracco postice compresso, altitudine $4\frac{2}{3}$ ad 5 in ejus longitudine; capite obtuso convexo 4 circ. in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{2}{5}$ ad $1\frac{1}{2}$, latitudine capitis $1\frac{3}{5}$ ad $1\frac{2}{3}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali fronte et rostro convexa frontem et rostrum inter concava; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 4 ad $4\frac{1}{2}$ in longitudine capitis, minus diametro 1 distantibus; cristis utroque latere rostro humillima leviter denticulata, supra-orbitali elevata oculi dimidium superiorem circumdante valde serrata, temporalibus geminis irregulariter serratis; rostro obtuso con-

vexo absque maxilla oculo breviore, apice ante vel infra oculi marginem inferiorem sito; maxilla superiore inferiore paulo breviore sub medio oculo vel oculi dimidio posteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis in vittas postrorsum gracilescentes dispositis, vittis intermaxillaribus inframaxillaribus paulo latioribus, dentibus serie externa ceteris conspicue longioribus et magis a se invicem distantibus subaequalibus; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; praeoperculo cristam intramarginalem inter et marginem posteriorem poris vel fossulis 2 vel 3 non semper conspicuis; capite rostro regionibus interorbitali et praeorbitali genisque inferne alepidoto, superne post oculos genis praeoperculoque superne et operculo dense squamato, squamis ctenoideis non squamulatis subocularibus opercularibus occipitalibusque multo minoribus; squamis thoraco-gularibus et ventralibus cycloideis, nuchalibus, lateribus caudaque ctenoideis non squamulatis; squamis 12 ad 14 in serie longitudinali frontem inter et dorsalem spinosam, 30 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 9 vel 10 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 5 in serie transversa paulo ante basin pinnae caudalis; squamis caudalibus squamis mediis lateribus non vel vix majoribus; appendice anali compresso-conica oblonga; cauda parte libera duplo circ. longiore quam postice alta; pinna dorsali spinosa obtusiuscula vel acutiuscula corpore duplo ad plus duplo humiliore spinis 2ª et 3ª ceteris longioribus; dorsali radiosa spinosa altiore corpore humiliore, antice quam medio altiore margine superiore concaviuscula postice acutangula; pectoralibus obtuse rotundatis capite non ad paulo brevioribus; ventralibus capite paulo brevioribus; anali longitudine et postice altitudine dorsali radiosae subaequali, antice quam medio et postice humiliore, postice acutangula; caudali capite non ad paulo breviore inferne obtuse rotundata superne acutangula; colore corpore superne fuscescente-viridi vel olivaceo, inferne dilutiore vel aurantiaco; iride viridescente margine pupillari aurea; squamis trunco plurimis frequenter guttula rubra; pinna dorsali fusca apice et postice aurantiaca vel rosea; pectoralibus roseo-aurantiacis basi macula nigra rubro cincta; pinnis ceteris membrana fuscis radiis aurantiacis, dor-

sali radiosa et anali vulgo fusco variegatis; dorsali, anali et caudali rubro limbatis.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 19 ad 21. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 9/12/7 circ.

Syn. *Eleotris koilomatodon* Blkr, Verh. Bat. Gen. XXII Blenn. Gob. p. 21.

Eleotris caperatus Cant., Cat. Mal. Fish. p. 197; Günth., Cat. Fish. III p. 117; Day., Fish. Andam. Proc. Zool. Soc. 1870 p. 694.

Butis koilomatodon Blkr, Act. Soc. Sc. Ind. Neerl. VI, Enum. Pisc. p. 113.

Butis caperatus Blkr, Mém. ichth. Chine, Ned. T. Dierk. IV p. 128.

Puntang Jav.

Hab. Pinang; Singapura; Java (Batavia, Surabaya); Madura (Kammal); Celebes (Macassar); Amboina; in mari et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 11 speciminum 50‴ ad 80‴.

Rem. L'espèce fut publiée presque en même temps par Cantor et par moi (1849), mais Cantor ayant cité mon mémoire sur les Blennioïdes et Gobioïdes dans son Catalogue of Malayan Fishes il s'ensuit que le nom de koilomatodon a droit de priorité sur celui de caperatus, nom adopté dans le Catalogue de M. Günther.

Le koilomatodon est connu habiter aussi, hors l'Insulinde, la Chine et les îles Andaman.

Prionobutis dasyrhynchus Blkr.

Descriptio Güntheriana sequens

Head very broad and depressed, cheeks swollen, the greatest width of the head being equal to its length, without snout. The gill-covers and the upper part of the cheeks are scaly, the remainder of the head naked. The praeorbital an the supraorbital ridge are beset with rough prominences or spines. The length of the head is contained thrice and one-third in the

total length (without caudal), the height of the body four times and three quarters. Snout very broad and depressed. Eyes exceedingly small, directed upwards, separated by a broad flat space. Teeth small, in a band, those of the outer series being a little larger; palate toothless. Mouth wide, the maxillary reaching behind the orbit. Praeoperculum without spine. Scales ctenoid; there are 8 longitudinal series between the origins of the second dorsal and anal fins. — The posterior part of the second dorsal and anal are slightly elevated; caudal rounded, of moderate length. Brownish black, each scale with the margin lighter; back with two or three yellowish blotches; the first, at the origin of the spinous dorsal, is sometimes absent; the second at the origin of the soft dorsal, and the third on the back of the caudal peduncle. Dorsal fins coloured as the body underneath; caudal nearly uniform white. Pectoral rays variegated with black. D. 6—9. A. 8. L. lat. 29."

Syn. *Eleotris dasyrhynchus* Günth., Descr. n. Gob. from Sarawak, Ann. Nat. Hist. 4h Ser. I p. 265 tab. 12 fig. B.

Hab. Borneo (Sarawak).

Longitudo 3 specimin. quor. maj. „2½ inch."

Rem. Je ne connais cette espèce que par la description et par la belle figure qu'en a publiées M. Günther. D'après la figure le diamètre de l'oeil mesure environ dix fois dans la longueur de la tête et la description parle aussi de yeux „exceedingly small" et séparés par un large espace, réprésenté dans la figure comme ayant une largeur de trois diamètres de l'oeil. Outre ces caractères le dasyrhynchus diffère encore du koilomatodon par le museau qui est moins obtus et moins convexe, par les couleurs, etc.

Phalanx Hypseleotrini.

Eleotriformes corpore oblongo brevi compresso; capite compresso altiore quam lato, squamato, superne cristis osseis nullis; palato edentulo; dentibus maxillis pluriseriatis parvis caninis nullis; squamis trunco magnis; pinnis, dorsali radiosa et anali non elongatis radiis 9 ad 12, caudali obtusa.

Rem. Les Hypseleotrini forment une transition entre les Eleotrini et les Pareleotrini et se distinguent par leur corps court et fort comprimée et par les grandes écailles. Ils comprennent les genres Dormitator Gill et Asterropteryx Rüpp. On connaît environ six espèces de Dormitator et dix d'Asterropteryx. Les espèces de Dormitator semblent être exclusivement américaines et celles d'Asterropteryx appartiennent toutes au grand bassin Indo-pacifique, où elles s'étendent depuis la Mer rouge, jusqu'en Chine, la Nouvelle-Hollande et l'île d'Oualan.

Trois de ces espèces seulement ont été inscrites comme habitant l'Insulinde.

ASTERROPTERYX Rüpp. = Priolepis Ehr. = Hypseleotris Gill.

Corpus breve oblongum valde compressum Caput parvum acutum superne lateribusque squamatum. Squamae trunco 23 ad 32 in serie longitudinali. Maxillae breves, inferior prominens. Rictus parvus obliquus. Dentes utraque maxilla parvi gracillimi pluriseriati, serie externa ceteris paulo ad multo longiores mobiles. Dentes pharyngeales graciles subulati subaequales; compressi laminaeformes horizontales nulli. Aperturae branchiales amplae isthmo angusto separatae. Pinnae dorsales distantes, anterior spinis gracillimis 6 vel 7 non vel ex parte articulatis, posterior radiis 10 ad 12. Papilla analis oblongo-quadrata compressa.

Rem. Le genre Asterropteryx, établi par Rüppell sur l'Asterropteryx semipunctatus, est un genre bien valide et voisin du genre Dormitator Gill, mais se distinguant par la forme plus trapue et plus comprimée du corps, par des écailles au nombre de moins de trente ou de trente environ sur une rangée longitudinale, par la proéminence de la mâchoire inférieure, par les dents relativement fortes de la rangée externe aux deux mâchoires et par l'absence des appendices remarquables qui se dressent, dans les Dormitator, sur les côtés des os pharyngiens inférieurs en lames nombreuses verticalement juxtaposées et dirigées horizontalement en dehors.

Les espèces de ce genre semblent n'être pas rares mais elles ont été généralement rapportées au genre Eleotris. Les Eleotris cyprinoides Val., leuciscus Blkr et taenionotopterus Blkr sont de vrais Asterropteryx et les Eleotris compressus Krefft, brevirostris Steind., brachysoma Blkr (= Swinhonis Günth.) et feliceps Blyth appartiennent probablement au même genre. Puis, le nom d'Eleotris cyprinoides me semble avoir été appliqué à trois espèces différentes. L'Eleotris cyprinoides Blkr (nec Val.) est d'une espèce distincte du cyprinoides Val et décrit ci-dessous sous le nom d'Asterropteryx modestus, et l'Eleotris cyprinoides Günth. d'Oualan me paraît distinct des deux espèces nommées. Le nombre des espèces monterait donc déjà à dix.

Celles qui habitent l'Insulinde sont caractérisées comme suit.

I. Première dorsale à épines non prolongées en filet. D. 6—1/9 ou 6—1/10. A. 1/9 à 1/11. Tronc sans taches ni bandes. Base de la pectorale à bandelette transversale brunâtre.

A. 25 écailles sur une rangée longitudinale. Hauteur du corps moins de 4 fois dans la longueur totale. Tête aussi haute que longue. Prémière dorsale à bandelettes noirâtres, seconde dorsale à gouttelettes jaunes.

1. *Asterropteryx leuciscus* Blkr.

B. 28 écailles sur une rangée longitudinale. Hauteur du corps 4 fois à $4\frac{1}{2}$ fois dans la longueur totale. Tête beaucoup plus longue que haute.

a. Tête $4\frac{1}{5}$ fois dans la longueur totale. Une bande oculo-gulaire brune. Dorsales noires à bandelettes obliques blanches. Caudale noire au milieu et en arrière.

2. *Asterropteryx taenionotopterus* Blkr.

b. Tête $4\frac{2}{5}$ à $4\frac{3}{4}$ fois dans la longueur totale. Tête et nageoires sans taches ni bandes.

3. *Asterropteryx modestus* Blkr.

Asterropteryx leuciscus Blkr, Notic. Eleotrif. Arch. néerl. sc. nat. X p. 106.

Asteropt. corpore oblongo compresso altitudine $3\frac{3}{4}$ circ. in ejus longitudine, latitudine 2 et paulo in ejus altitudine; capite acuto compresso $4\frac{1}{3}$ circ. in longitudine corporis, aeque alto fere ac longo; latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; linea rostro-frontali concaviuscula; oculis lateraliter spectantibus, diametro $3\frac{1}{3}$ circ. in longitudine capitis, diametro 1 circ. distantibus; rostro acutiusculo oculo breviore, apice ante oculi partem inferiorem sito; maxilla superiore inferiore breviore ante oculum desinente; dentibus maxillis pluriseriatis serie externa ceteris majoribus gracilibus curvatis mobilibus, caninis vel caninoideis nullis; sulco oculo-supra-operculari conspicuo nullo; capite lateribus et superne usque inter orbitas squamato; squamis 13 circ. in serie longitudinali rostrum inter et dorsalem spinosam, trunco ctenoideis 25 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 8 vel 9 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; appendice anali magna quadrata biloba; pinna dorsali spinosa obtusa rotundata corpore plus duplo humiliore spinis gracillimis non articulatis 3ª ceteris longiore; dorsali radiosa spinosa altiore corpore multo humiliore obtusa postice angulata; pectoralibus obtuse rotundatis capite paulo longioribus; ventralibus capite absque rostro brevioribus; anali dorsali radiosa non humiliore postice acutangula; caudali obtusa rotundata capite vix breviore; colore corpore antice viridi-roseo postice viridi, inferne dilutiore; iride flavescente-rosea vel flava; pinna dorsali spinosa flava basi et medio vitta nigricante, superne nigro marginata; dorsali radiosa violascente flavo guttulata; pectoralibus violascente-roseis basi macula duplice nigra et flava; pinnis ceteris roseis, ventralibus et anali inferne nigro marginatis.

B. 6 D. 6—1/9 vel 6—1/10. P. 13. V. 1/5. A. 1/11. C. 8/13/6 circ.

Syn. *Eleotris leuciscus* Blkr, Diagn. n. vischs. Sumatra, Nat. T. Ned. Ind. IV p. 278; Günth., Catal. Fish. III p. 118.

Hab. Sumatra occidentalis, in fluviis.

Longitudo speciminis unici 59'''.

Rem. L'Asterropteryx leuciscus se distingue surtout par ses formes trapues et par la formule des écailles. L'Asterropteryx compressus (Eleotris compressus Krefft) de la Nouvelle-Hollande semble en être le plus voisin et a les formes aussi trapues, mais il diffère par les 28 à 30 écailles sur une rangée longitudinale, par la tête qui est plus grande, et par les bandes transversales noirâtres du corps.

Je n'ai jamais vu de l'espèce que l'unique individu décrit.

Asterropteryx taenionotopterus Blkr.

Asteropt. corpore oblongo compresso, altitudine 4 et paulo in ejus longitudine, latitudine 2 circ. in ejus altitudine; capite acuto compresso $4\frac{1}{4}$ circ. in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{1}{3}$ circ.-, latitudine capitis 2 et paulo in ejus longitudine; linea rostro-frontali concaviuscula; oculis lateraliter spectantibus diametro $3\frac{2}{3}$ in longitudine capitis, minus diametro 1 distantibus; rostro acuto oculo breviore apice ante medium oculum sito; maxilla superiore inferiore paulo breviore ante oculum vel sub oculi margine anteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis serie externa ceteris majoribus gracilibus curvatis mobilibus, caninis vel caninoideis nullis: sulco oculo-supraoperculari parum conspicuo; capite lateribus (an et superne?) squamato; squamis trunco ctenoideis, 28 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 8 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; appendice anali oblonga lata biloba; pinna dorsali spinosa angulata corpore plus duplo humiliore spinis non articulatis gracillimis 2ª et 3ª ceteris longioribus; dorsali radiosa obtusa rotundata corpore multo minus duplo humiliore; pectoralibus obtuse rotundatis et ventralibus capite absque rostro brevioribus; anali dorsali radiosa humiliore sed non breviore, obtusa postice angulata; caudali obtusa rotundata capite absque rostro non breviore; colore corpore superne roseo-viridi, inferne dilutiore; iride aureo-viridi?; vitta oculo-gulari lata fusca; pinnis dorsalibus nigris, spinosa macula media basi et parte infra-apicali albis, radiosa vittis 3 obliquis albis antrorsum adscendentibus, vitta media a basi pinnae posteriore usque ad apicem ejus ante-

riorem porrecta; pectoralibus roseis basi vitta transversa violacea; ventralibus et anali roseis, anali inferne fuscescente; caudali aurantiaco-rosea basi, medio et postice fuscescente.

B. 6. D. 6—1/9 vel 6—1/10. P. 14. V. 1/5. A. 1/10 vel 1/11. C. 8/11/8 circ.

Syn. *Eleotris taenionotopterus* Blkr, Nieuwe bijdr. ichth. Bali, Nat. T. Ned. Ind. XII p. 298; Günth., Catal Fish. III p 118.

Eleotriodes taeniononopterus Blkr, Ind. descr. spec. pisc., Nat. T. Ned. Ind. XIV p. 465.

Hab. Bali (Boleling); in fluviis.

Longitudo 2 speciminum 40‴ et 58‴.

Rem. Cette belle espèce se fait aisément reconnaître par la formule des écailles et des nageoires, par la bande sousoculaire noirâtre et par la distribution des couleurs sur les dorsales et la caudale.

Asterropteryx modestus Blkr, Not. Eleotrif., Arch. néerl. sc. nat. X p. 111.

Asteropt. corpore oblongo compresso, altitudine 4 ad 4$\frac{1}{2}$ in ejus longitudine, latitudine plus quam 2 in ejus altitudine; capite acuto compresso 4$\frac{2}{5}$ ad 4$\frac{3}{4}$ in longitudine corporis; altitudine capitis 1$\frac{2}{5}$ ad 1$\frac{1}{2}$, latitudine capitis 2 et paulo ad 2$\frac{1}{3}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali rectiuscula vel concaviuscula; oculis lateraliter spectantibus diametro 3 ad 3$\frac{1}{3}$ in longitudine capitis, minus diametro 1 distantibus; rostro acutiusculo vel obtusiusculo oculo breviore apice ante medium oculum sito; maxilla superiore inferiore paulo breviore ante oculum desinente; dentibus maxillis pluriseriatis serie externa ceteris majoribus gracilibus curvatis mobilibus, caninis vel caninoideis nullis; sulco oculo-supra-operculari parum conspicuo; capite lateribus et superne usque inter nares posteriores squamato; squamis genis et capite superne cycloideis, operculis et trunco ctenoideis; squamis 15 circ. in serie longitudinali rostrum inter et dorsalem spinosam, 28 circ. in serie longitudinali an-

gulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 8 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; appendice anali oblonga apice emarginata; pinna dorsali spinosa obtusa corpore plus duplo humiliore, spinis non articulatis gracillimis 2ª et 3ª ceteris longioribus; dorsali radiosa obtusa dorsali spinosa paulo altiore postice angulata; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro non longioribus; ventralibus pectoralibus paulo brevioribus; anali obtusa dorsali radiosa vix humiliore postice angulata; caudali obtuse rotundata capite paulo breviore; colore corpore superne roseo-viridi, inferne dilutiore; vitta cephalo-caudali nulla; iride roseo-flavescente; pinnis roseo-flavescentibus vel flavis vittis vel ocellis nullis, pectoralibus tantum basi vittula transversa fuscescente.

B. 6. D. 6—1/9 vel 6—1/10. P. 14. V. 1/5 A. 1/9 vel 1/10 vel 1/11. C. 7/13/5 circ.

Syn. *Eleotris cyprinoides* Blkr, Diagn. n. vischs. Sumatra, Nat. T. Ned. Ind. IV p. 277 (nec Val. nec Günth.).

Hab. Singapura; Sumatra (Benculen); in fluviis et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 3 speciminum 50‴ ad 62‴.

Rem. J'ai décrit autrefois cette espèce sur un seul individu décoloré et mal conservé. Deux autres individus, provenant de Singapore, ont permis de mieux l'étudier. Je la crois maintenant distincte de l'Eleotris cyprinoides Val. de l'île de la Réunion. Elle a le corps plus trapu, la tête plus longue et les dorsales et la caudale sans taches ni bandes. L'Eleotris cyprinoides Günth. d'Oualan n'est probablement ni le cyprinoides de Valenciennes ni de l'espèce actuelle et paraît être caractérisé par une bande longitudinale noirâtre s'étendant depuis la base de la pectorale jusqu'à la caudale et par des taches brunes sur les dorsales et la caudale. On pourrait le nommer Asterropteryx Güntheri.

Phalanx Parelеotrini.

Eleotriformes corpore subelongato vel elongato compresso;

capite compresso altiore quam lato, cristis osseis nudis vel spinis nullis; dentibus maxillis fixis immobilibus, vomerinis nullis, pharyngealibus subulatis vel acicularibus: naribus non tubulatis. B. 4 ad 6.

Le groupe des Pareleotrini comprend tous les Eléotriformes à corps allongé et comprimé et plus haut que large, à tête comprimée, à dents des mâchoires immobiles et à narines non tubulées.

Bien que les espèces connues du groupe ne soient pas encore nombreuses, elles présentent de telles différences dans la dentition, dans l'écaillure, dans la forme du corps, de la tête et des nageoires, qu'il n'y a pas de doute qu'on y ait affaire à plusieurs genres et même à trois petits groupes de genres bien distincts et nettement caracterisés.

L'un de ces petits groupes qu'on pourrait nommer *Brachyeleotrii*, est caractérisé par les grandes écailles et comprend la genre Brachyeleotrii et peut-être aussi le genre douteux Hetereleotris. Le second sousgroupe comprend les espèces à petites écailles et à rayons de la seconde dorsale et de l'anale divisés, la seconde dorsale n'atteignant pas en longueur deux fois la première dorsale. J'y compte les genres Valenciennesia et Amblyeleotris. On pourrait l'indiquer sous le nom de *Amblyeleotrii*. Le troisième sousgroupe enfin est remarquable par la longueur extraordinaire de la seconde dorsale et de l'anale dont tous les rayons sont simples. C'est le petit groupe des *Ptereleotrii*, représenté par les genres Ptereleotris, Orthostomus et Oxymetopon.

On ne connaît en tout du groupe des Pareleotrini que dixhuit d'espèces, mais il est probable qu'on en trouve encore beaucoup d'autres. Depuis Valenciennes le nombre en est déjà sextuplé. Les membres du groupe s'étendent depuis la côte orientale d'Afrique jusque dans la partie orientale de la Polynésie, et l'Insulinde seule en a déjà fait connaître une douzaine d'espèces.

BRACHYELEOTRIS Blkr.

Corpus subelongatum compressum capite obtuso convexo. Squa-

mae trunco ctenoideae 25 circ in serie longitudinali. Maxillae breves subaequales. Rictus curvatus. Dentes utraque maxilla pluriseriati serie externa ceteris conspicue longiores curvati, inframaxillaris lateralis posterior caninus. Dentes pharyngeales subulati curvati. Praeoperculum angulum versus dentibus vel spinis postrorsum directis. Aperturae branchiales isthmo lato separatae. Pinnae; dorsales subaequilongae basi contiguae, caudalis obtusa rotundata. B. 6. D. 6—1/9 ad 6—1/12. A. 1/8 ad 1/11.

Les deux espèces insulindiennes se font surtout distinguer par la nature de l'armure préoperculaire et par la formule de la seconde dorsale et de l'anale.

I. Vertex, joues, préopercule et opercule squammeux.
  a. Angle du préopercule armé de trois à cinq dents relativement fortes. D. 6—1/11 ou 6—1/12. A. 1/10 ou 1/11. Corps, seconde dorsale, anale et caudale à de nombreux points bleus cerclés d'un bleu plus profond.

    1. *Brachyeleotris cyanostigma* Blkr.

  b. Angle du préopercule armé d'une seule forte épine courbée atteignant le bord postérieur de l'opercule. D. 6—1/10 ou 6—1/11. A. 1/9 ou 1/10.

    2. *Brachyeleotris ensifera* Blkr.

Brachyeleotris cyanostigma Blkr, Syst. Gobioïd., Arch. néerl. sc. nat. IX p. 306.

Brachyel. corpore subelongato antice et postice compresso, altitudine 5 circ. in ejus longitudine, multo altiore quam lato; capite compresso obtuso convexo, $4\frac{3}{4}$ circ. in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{1}{4}$ circ.-, latitudine capitis $1\frac{3}{4}$ circ. in ejus longitudine; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 3 ad $3\frac{1}{2}$ in longitudine capitis, minus diametro $\frac{1}{2}$ distantibus; linea rostro-frontali convexa; rostro obtuso convexo oculo multo

breviore, apice ante oculi marginem inferiorem sito; naribus approximatis; maxilla superiore maxilla inferiore non vel vix breviore sub medio oculo circ. desinente; rictu curvato; dentibus maxillis pluriseriatis acutis, intermaxillaribus serie externa omnibus ceteris conspicue longioribus conicis curvatis, inframaxillaribus serie externa anterioribus utroque latere 6 ceteris conspicue longioribus conicis curvatis posteriore canino vel caninoideo apice plus minusve extrorsum directo; sulco oculo-supra-operculari conspicuo; praeoperculo superne et margine inferiore laevi margine posteriore inferne dentibus 3 ad 5 sat magnis armato; vertice, genis operculisque squamis magnis ctenoideis vestitis; squamis trunco ctenoideis, 7 circ. in serie longitudinali orbitam inter et pinnam dorsalem anteriorem, 25 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 8 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis lateribus caudaque subaequalibus; appendice anali gracili elongata; pinna dorsali spinosa spina 3ª in filum caudam vel caudalem attingentem producta, absque filo corpore non vel vix humiliore; dorsali radiosa antice quam postice humiliore postice corpore non vel vix humiliore angulata; pectoralibus obtuse rotundatis capite longioribus analem attingentibus; ventralibus capite non vel vix brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtusa convexa capite non ad vix breviore; colore corpore superne violascente-viridi, inferne viridi-aurantiaco; iride viridi margine pupillari aurea; squamis capite corporeque singulis puncto vulgo unico coeruleo annulo profundiore cincto; lateribus insuper maculis majoribus 5 vel 6 violaceo-fuscis in seriem longitudinalem dispositis; pinnis dorsalibus et caudali radiis aurantiacis membrana fusco-violaceis; dorsali spinosa vitta nigra longitudinali obliqua leviter curvata; dorsali radiosa, anali caudalique membrana inter singulos radios punctis aliquot uniseriatis coeruleis annulo profundiore cinctis; anali dimidio basali aurantiaca dimidio libero violacea; pectoralibus ventralibusque aurantiacis.

B. 6. D. 6—1/11 vel 6—1/12. P. 17. V. 1/5. A. 1/10 vel 1/11.
C. 5/12/5 circ.

Syn. *Eleotris cyanostigma* Blkr, Vierde bijdr. ichth. Kokos-

eil., Nat. T. Ned. Ind. VIII p. 452; Günth., Cat. Fish. III p. 119; Playf., Fish. Seychell. Proc. Zool. Soc. 1867 p. 862.

Eleotriodes cyanostigma Blkr, Act. Soc. Sc. Ind. Neerl. VI, Enum. spec. pisc. p. 112.

Hab. Insul. Cocos (Nova-Selma), in mari.

Longitudo 2 speciminum 45‴ et 48‴.

Rem. Bien que mes deux individus soient assez petits, ils ont l'air de n'appartenir nullement au jeune âge. Les dents préoperculaires sont relativement fortes, à bases larges contigues et varient entre trois et cinq, mais ils n'ont rien de l'aspect ni de la forme ou de la longueur de l'épine angulaire de l'espèce suivante.

La seule habitation insulindienne connue de l'espèce est la mer des îles Cocos, la citation d'autrefois qu'elle habite aussi les côtes de Bourou, ayant rapport non au cyanostigma mais à l'ensifera. M. Playfair en trouva un individu de »1½ inch" de long aux Séchelles, à corps plus trapu, qu'il dit n'avoir point de canines, mais où ces dents peuvent bien n'avoir pas été observées faute d'avoir fait usage d'une loupe. M. Playfair ne parle pas non plus des dents préoperculaires qu'il n'aura pas observées par la même cause.

Brachyeleotris ensifera Blkr, Notic. Amblyeleotr., Versl. Kon. Ak. Wet. 2de Reeks VIII p. 375.

Brachyel. corpore subelongato antice et postice compresso altitudine 5 circ. in ejus longitudine, multo altiore quam lato; capite obtuso convexo 4 circ. in longitudine corporis; altitudine capitis 1½ circ.,- latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 3 circ. in longitudine capitis, minus diametro ½ distantibus; linea rostro-frontali convexa; rostro obtuso convexo oculo multo breviore apice ante oculi marginem inferiorem sito; naribus approximatis; maxilla superiore maxilla inferiore non vel vix breviore sub medio oculo circ. desinente; rictu curvato; dentibus maxillis pluriseriatis acutis, intermaxillaribus serie externa omnibus ceteris conspicue

longioribus conicis curvatis, inframaxillaribus serie externa anterioribus utroque latere 5 vel 6 ceteris conspicue longioribus conicis curvatis posteriore canino vel caninoideo; sulco oculo-supra-operculari conspicuo; praeoperculo postice et inferne dentibus vel denticulis nullis sed angulo spina magna ensiformi curvata postrorsum et paulo sursum directa, operculi marginem posteriorem attingente; vertice, genis operculisque squamis magnis ctenoideis vestitis; squamis trunco ctenoideis 25 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 8 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; pinna dorsali spinosa spina 3ª in filum caudae partem liberam attingentem producta, absque filo corpore non humiliore; pinnis dorsali radiosa et anali forma, longitudine et altitudine subaequalibus postice corpore non humilioribus angulatis; pectoralibus, ventralibus et caudali obtusa convexa capite non brevioribus; coloribus. . . . ?

D. 6—1/10 vel 6—1/11. P. 17. V. 1/5. A. 1/9 vel 1/10. C. 5/12/5 circ.

Hab. Buro (Kajeli), in mari.

Longitudo speciminis unici 29‴.

Rem. L'Eleotris ou Eleotriodes nommé „cyanostigma" (mais pas décrit) dans mes mémoires sur la faune ichthyologique de Buro doit être rapporté à l'espèce actuelle, qui se distingue éminemment du cyanostigma par la grande épine préoperculaire. J'y compte aussi un rayon de moins tant à la seconde dorsale qu'à l'anale. Je ne puis rien dire de ses couleurs.

VALENCIENNESIA Blkr = Valenciennea, Eleotriodes Blkr = Calleleotris Gill.

Corpus elongatum compressum. Caput obtusum convexum alepidotum. Praeoperculum inerme. Maxillae subaequales. Dentes, intermaxillares uniseriati anteriores canini vel caninoidei, inframaxillares biseriati serie externa canino laterali curvato. Dentes pharyngeales multiseriati ex parte aciculares apice curvati, ex parte compressi uncinati. Nares anteriores a rostri margine re-

motae margine elevato claudendae. Squamae trunco parvae ctenoideae 70 ad 130 circ. in serie longitudinali. Isthmus latus. Pinnae; dorsales subcontinuae, radiosa spinosa minus duplo longior, caudalis obtusa vel lanceolata. B. 5. D. 6—1/11 ad 6—1/15. A. 1/11 ad 1/19.

Rem. Le genre Valenciennesia est nettement caractérisé, dans le groupe des Pareleotrini, par la dentition, par l'écaillure et par la formule de la seconde dorsale et de l'anale.

L'Insulinde en nourrit au moins cinq espèces, mais le grand bassin Indo-chinois en nourrit encore d'autres comme le Valenciennesia Wardii (Eleotris Wardii Playf.) des côtes de Zanzibar et le Valenciennesia sinensis Blkr de Chine.

Les espèces insulindiennes se font aisément reconnaître par les caractères exposés ci-dessous.

I. Seconde dorsale et anale à 18 jusqu'à 20 rayons.

A. Hauteur du corps 6 à 6½ fois dans la longueur totale. Environ 105 écailles sur une rangée longitudinale. Caudale obtuse sans filets. Tête à bandelette bleue maxillo-sousoculo-operculaire.

1. *Valenciennesia strigata* Blkr.

II. Seconde dorsale et anale à 12 jusqu'à 15 rayons.

A. Plus de 100 écailles sur une rangée longitudinale. Hauteur du corps 6 à 7 fois dans sa longueur.

a. Environ 130 écailles sur une rangée longitudinale. Dents canines antérieures convergentes. Deux rayons de la partie médiane de la caudale prolongés en filet. Corps à deux bandelettes brunâtres la supérieure rostro-caudale, l'inférieure maxillo-caudale. Première dorsale à large bande noirâtre. D. 6—1/11 ou 6—1/12. A. 1/11 ou 1/12.

2. *Valenciennesia Helsdingenii* Blkr.

b. Environ 105 écailles sur une rangée longitudinale, 35

environ sur une rangée transversale. Canines antérieures non convergentes. Caudale sans rayons prolongés en filet. Joues à bandelettes longitudinales roses. Chaque côté du tronc à ocelles brun-doré cerclés de rose. Première dorsale à bandelettes roses. D. 6—1/12 à 6—1/14. A. 1/12 ou 1/13.

3. *Valenciennesia longipinnis* Blkr.

B. 85 à 90 écailles sur une rangée longitudinale, 22 à 25 sur une rangée transversale. D. 6—1/12 ou 6—1/13. A. 1/12 ou 1/13.

a. Hauteur du corps 8 à 9 fois dans sa longueur. Mâchoire supérieure s'arrêtant sous la partie antérieure de l'oeil. Joues, opercles et dorsales à bandelettes longitudinales roses.

4. *Valenciennesia muralis* Blkr.

b. Hauteur du corps environ 7 fois dans sa longueur. Mâchoire supérieure s'arrêtant sous le milieu de l'oeil. Joues à gouttelettes bleues cerclées de violet. Première dorsale à gouttelettes violâtres.

5. *Valenciennesia sexguttata* Blkr.

Valenciennesia strigata Blkr, Syst. Gob., Arch. néerl. sc. nat. IX p. 307.

Val. corpore elongato compresso altitudine 6 ad $6\frac{1}{2}$ in' ejus longitudine, latitudine $1\frac{1}{2}$ circ. in ejus altitudine; capite obtuso convexo 4 et paulo ad $4\frac{3}{5}$ in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{1}{2}$ ad $1\frac{3}{5}$, latitudine capitis 2 ad $2\frac{1}{3}$ in ejus longitudine; oculis lateraliter spectantibus, diametro 4 ad $4\frac{1}{2}$ in longitudine capitis, diametro $\frac{2}{3}$ ad $\frac{3}{4}$ distantibus; rostro obtuso convexo oculo non longiore, apice ante vel vix infra oculi

marginem inferiorem sito: maxillis aequalibus, superiore sub medio oculo desinente; dentibus maxillis acutis conicis curvatis, dentibus intermaxillaribus uniseriatis utroque latere anticis 2 ad 4 caninis inaequalibus, sequentibus parvis posterioribus mediis longioribus antrorsum directis; dentibus inframaxillaribus uniseriatis symphysin versus tantum interdum biseriatis, utroque latere anterioribus 4 ad 6 postrorsum longitudine accrescentibus postico canino retrorsum curvato, posterioribus canino multo brevioribus inaequalibus; dentibus pharyngealibus multiseriatis ex parte acicularibus stipitatis ex parte compressis apice leviter curvatis vel uncinatis; sulco oculo-supra-operculari parum conspicuo; squamis, capite et regione nuchali mediana nullis, nuchalibus lateralibus minimis; squamis trunco valde parvis ctenoideis 105 circ. in serie longitudinali, 35 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis caudalibus iis lateribus medio et antice majoribus; appendice anali brevi; pinnis dorsalibus subcontinuis; dorsali spinosa spinis 2ª et 3ª in filum productis absque filo corpore humilioribus; dorsali radiosa et anali corpore duplo circiter humilioribus forma, longitudine et altitudine subaequalibus, antice obtusis, convexis, postice angulatis; pectoralibus obtuse rotundatis et ventralibus capite absque rostro non ad paulo brevioribus; caudali obtuse rotundata capite non ad paulo breviore; colore corpore superne viridescente-roseo, inferne aurantiaco, ventre margaritaceo; iride flavescente vel aurea; vitta maxillo-suboculo-operculari margaritacea superne stria nigricante limbata inferne stria nigricante percursa angulum oris versus incipiente et oculum versus adscendente et operculi angulum superiorem attingente; praeoperculo postice inferne et suboperculo vitta margaritacea nigricante limbata oblique antrorsum descendente; gutta postoculari parva margaritacea nigro annulata; regione postaxillari striis 3 transversis distantibus rufescente-fuscis; lateribus vittulis 4 vel 5 cephalo-caudalibus laete rubris; pinnis dilute aurantiacis vel roseis, dorsalibus dimidio basali vittis 3 vel 4 longitudinalibus roseis vel rubris; pectoralibus basi vitta transversa margaritacea violaceo limbata; caudali superne et inferne vitta longitudinali curvata rubra, vittis postrorsum convergentibus.

B. 5. D. 6—1|17 ad 6—1|19. P. 21 vel 22. V. 1/5. A. 1/17 ad 1/19. C. 8/12/6 circ.

Syn. *Gobius strigatus* Brouss., Dec. ichth. I p. 1 tab. 1; Bonn. Ichth. p. 64; L. Gm. Syst. Nat. ed 13ª I p. 1202.

Taiboa Bonn., Ichth. p. 64 tab. 35 fig. 138.

Gobiomorus taiboa Lac., Poiss. II p. 587; Cloq., Dict. Hist. Nat. Poiss. Tab. Eleutherop. fig. 1.

Eleotris strigata Bl.Schn., Syst p 65; CV., Poiss. XII p. 189; Blkr, Act. Soc. Scient. Ind. Neerl. I Vischs. Amboina p. 48; Günth., Cat. Fish. III p. 131.

Valencienna strigata Blkr, Bijdr. ichth. Boero, Nat T. Ned. Ind. XI p. 412.

Eleotriodes strigatus Blkr, Bijdr. vischf. Goram, Nat. T. Ned. Ind. XV p. 212.

Calleleotris strigata Gill, Proc. Ac. nat. sc. Phil. 1863 p. 270.

Hab. Singapura; Java (Karangbollong); Celebes (Manado); Solor (Lawajong); Flores (Larantuca); Buro (Kajeli); Amboina; Haruko; in mari.

Longitudo 11 speciminum 40''' ad 92'''.

Rem. Le Valenciennesia strigata se distingue éminemment parmi ses congénères par les nombreux rayons de la seconde dorsale et de l'anale et se fait reconnaître du premier coup-d'oeil tant par la bandelette bleue qui monte du maxillaire vers l'oeil et l'angle supérieur de l'opercule que par les bandelettes longitudinales rougeâtres du corps et des nageoires dorsales. C'est l'espèce le plus anciennement connue du genre et fut primitivement trouvée à Otaiti, sa seule localité extra-insulindienne jusqu'ici connue.

Valenciennesia Helsdingenii Blkr, Notic. Eleotrif. Arch. néerl. sc. nat. X p. 106.

Valenc. corpore elongato compresso, altitudine 7 et paulo in ejus longitudine absque filis caudalibus; latitudine corporis 1¼ circ. in ejus altitudine; capite acutiusculo convexo 4¼ ad 4½ in longitudine corporis absque filis caudalibus; altitudine capitis 1¾

circ.,- latitudine capitis 1 $\frac{4}{5}$ circ. in ejus longitudine; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 4 $\frac{3}{4}$ ad 5 in longitudine capitis, diametro $\frac{4}{5}$ circ. distantibus; rostro obtusiusculo convexo oculo paulo longiore, apice ante vel vix infra oculi marginem inferiorem sito; maxillis aequalibus, superiore sub medio oculo circ. desinente; dentibus maxillis acutis conicis curvatis; dentibus intermaxillaribus uniseriatis, utroque latere anticis 4 caninis inaequalibus (symphysialibus introrsum curvatis convergentibus), sequentibus mediocribus inaequalibus posterioribus antrorsum directis; dentibus inframaxillaribus anterioribus biseriatis posterioribus uniseriatis, utroque latere anterioribus serie externa 6 postrorsum longitudine accrescentibus postico canino retrorsum curvato, posterioribus canino brevioribus mediocribus inaequalibus posteriore ceteris longiore; dentibus pharyngealibus multiseriatis ex parte acicularibus stipitatis ex parte compressis apice leviter curvatis vel uncinatis; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; squamis capite et regione nuchali mediana nullis, nuchalibus lateralibus minimis sparsis; squamis trunco deciduis valde parvis ctenoideis 130 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, plus quam 35 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis caudalibus iis lateribus medio et antice vix majoribus; appendice anali conica brevi; pinnis dorsalibus subcontinuis; dorsali spinosa acute rotundata corpore humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali radiosa et anali forma et altitudine subaequalibus antice et medio dorsali spinosa et corpore humilioribus postice acutangulis radio postico vel subpostico ceteris longiore corporis altitudine non breviore; anali dorsali radiosa paulo breviore; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro non ad vix brevioribus; ventralibus capite absque rostro brevioribus; caudali obtusa rotundata radiis 5 mediis ceteris longioribus quorum superiore et inferiore in filum bifidum productis, pinna absque filis capite absque rostro vix longiore; colore corpore superne roseo-viridi, inferne roseo-margaritaceo; iride aureo-rosea; vittis corpore 2 longitudinalibus violaceo-fuscis, superiore rostro-oculo-caudali, inferiore maxillo-suboperculo-thoracico-caudali; vittis caudalem intrantibus ibique usque in fila caudalis productis; pinna dorsali spinosa

roseo-hyalina superne fascia lata longitudinali nigricante luteo limbata; dorsali radiosa roseo-hyalina superne fusco-violaceo marginata et vitta intramarginali lutea; ventralibus analique flavescentibus; caudali flavescente-rosea superne et inferne fusco-violaceo marginata.

B. 5. D. 6—1/11 vel 6—1/12. P. 23 vel 24. V. 1/5. A. 1/11 vel 1/12. C. 8/13/13 circ.

Syn. *Eleotriodes Helsdingenii* Blkr, Bijdr. vischf. Goram, Nat. T. Ned. Ind. XV p. 212.

Eleotris Helsdingenii Günth., Cat. Fish. III p. 131.

Hab Goram, in mari.

Longitudo speciminis unici 120‴ absque filis caudalibus, 141‴ cum filis caudalibus.

Rem L'espèce actuelle est remarquable parmi les Valenciennesia par l'écaillure, les écailles y étant plus nombreuses que dans les autres espèces et en outre fort caduques. Elle présente encore ceci de particulier que les deux canines antérieures des deux mâchoires se recourbent l'une vers l'autre, et que la caudale, obtuse et arrondie, porte deux filets doubles qui sont la continuation des deux rayons qui bordent les trois rayons médians de la nageoire. Le Helsdingenii se fait encore aisément reconnaître par les deux bandelettes brunâtres du corps dont la supérieure commence sur le museau et se continue depuis le bord postérieur de l'oeil jusque sur le filet caudal supérieur et dont l'inférieure s'étend depuis l'angle de la bouche jusque sur le filet caudal inférieur.

L'individu décrit est le seul que j'en ai vu.

Valenciennesia longipinnis Blkr, Notic. Eleotrif. Arch. néerl. sc. nat. X p. 106.

Valenc. corpore elongato compresso, altitudine 6 ad 7 et paulo in ejus longitudine, latitudine 1 et paulo ad $1\frac{1}{3}$ in ejus altitudine; capite obtuso $4\frac{1}{4}$ ad 5 in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{1}{2}$ ad $1\frac{3}{5}$,- latitudine capitis $1\frac{2}{3}$ ad 2 in ejus longitudine; oculis oblique sursum spectantibus 4 ad 5 in lon-

gitudine capitis, diametro ½ ad 1 distantibus; rostro obtuso convexo oculo non ad paulo longiore, apice infra oculi marginem inferiorem sito; maxillis aequalibus, superiore sub oculi dimidio posteriore desinente; dentibus maxillis acutis conicis curvatis; dentibus intermaxillaribus uniseriatis utroque latere anticis 4 vel 5 caninis vel caninoideis inaequalibus, sequentibus mediocribus subaequalibus posterioribus antrorsum directis; dentibus inframaxillaribus anterioribus biseriatis posterioribus uniseriatis, utroque latere anterioribus serie externa 5 vel 6 postrorsum longitudine accrescentibus postice canino retrorsum curvato, posterioribus canino multo brevioribus gracilibus subaequalibus; dentibus pharyngealibus multiseriatis ex parte acicularibus stipitatis ex parte compressis apice leviter curvatis vel uncinatis; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; squamis capite et regione nuchali mediana nullis, nuchalibus lateralibus minimis; squamis trunco valde parvis ctenoideis 105 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 35 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis caudalibus iis lateribus antice et medio majoribus; appendice anali brevi; pinnis dorsalibus subcontinuis; dorsali spinosa obtusa corpore humiliore, spinis 3ª 4ª et 5ª ceteris longioribus non ultra membranam productis; dorsali radiosa et anali antice dorsali spinosa humilioribus postice quam medio et antice altioribus acutangulis, forma longitudine et altitudine subaequalibus; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro longioribus; ventralibus capite absque rostro brevioribus; caudali junioribus obtusiuscula aetate provectis acute lanceolata capite paulo ad multo longiore; colore corpore superne roseo-viridi, inferne dilutiore vel roseo-margaritaceo; iride rubra margine-pupillari aurea; vittis capite utroque latere 4 roseis, anteriore rostro-oculari, ceteris maxillo-opercularibus undulatis postrorsum plus minusve adscendentibus; guttis capite insuper roseis praeoperculo et operculo 1 ad 3, vertice nuchaque longitudinaliter quinque-seriatis interdum ex parte in vittulas longitudinales coalescentibus; trunco vittis 4 longitudinalibus superioribus fuscescente-aureis fasciis vel maculis oblongis transversis 8 vel 9 ejusdem coloris unitis, inferiore rosea; lateribus insuper ocellis 5 aureo-fuscescentibus

annulo roseo superne processum oblongum edente cinctis ocello anteriore postaxillari, 2° supra-anali, 5° basi pinnae caudalis approximato; pinnis flavescentibus vel aurantiacis, dorsali spinosa vittis 6 longitudinalibus obliquis roseis; dorsali radiosa ocellis roseis in series 3 longitudinales dispositis; anali vitta mediana longitudinali oblique rosea; caudali ocellis roseis in seriem duplicem formam ferri equini subreferentem dispositis; mucosa oris nigricante vel fusca.

B. 5. D. 6—1/12 vel 6—1/13 vel 6—1/14. P. 19 vel 20. V. 1/5. A. 1/12 vel 1/13. C. 7/13/6 circ.

Syn. *Eleotris longipinnis* Benn., Zool. Voy. Beechey p. 64 tab. 20 fig. 3.

Eleotris ikeineur Montrouzier = Eleotris strigata Thioll. (nec Val.), in Faun. Woodlark p. 188.

Hab. Celebes (Manado); Solor (Lawajong); Buro (Kajeli); Amboina; in mari.

Longitudo 8 speciminum 69''' ad 125'''.

Rem. La figure citée du Voyage de Beechey représente la forme du corps beaucoup trop allongée, mais elle fait du reste fort bien reconnaître l'espèce par le système de coloration, surtout par les ocelles des flancs allongés en haut vers le dos. Le longipinnis est fort voisin du muralis, dont il a aussi les bandelettes longitudinales des joues et de la première dorsale, mais il est distinct, hors plusieurs détails du système de coloration, par la tête qui est plus obtuse, par la forme plus trapue du corps et par les écailles, qui sont notablement plus nombreuses tant sur les rangées longitudinales que sur les rangées transversales.

L'espèce habite, hors l'Insulinde l'Archipel Lew-Chew ou Loo-Choo, et les côtes de l'île Woodlark.

Il se peut aussi que le *Gobioïdes?*... Jouan (Notes sur quelques animaux observés à la Nouvelle-Calédonie p. 30) soit de la même espèce. En ce cas l'espèce s'étendrait au Sud jusqu'à cette grande île.

Valenciennesia muralis Blkr, Not. Eleotrif. Arch. néerl. sc. nat. X p. 106.

Valenc. corpore elongato compresso, altitudine 8 ad 9 in ejus longitudine, latitudine 1 et paulo ad 1$\frac{1}{4}$ in ejus altitudine; capite obtusiusculo 4$\frac{1}{2}$ ad 5 et paulo in longitudine corporis; altitudine capitis 1$\frac{2}{3}$ ad 2-, latitudine capitis 2 ad 2$\frac{1}{4}$ in ejus longitudine; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 4 ad 5 in longitudine capitis, diametro $\frac{1}{2}$ ad $\frac{2}{3}$ distantibus; rostro obtusiusculo convexo oculo non ad sat multo longiore apice ante vel paulo infra oculi marginem inferiorem sito; maxillis aequalibus, superiore sub oculi dimidio anteriore desinente; dentibus maxillis acutis conicis curvatis; dentibus intermaxillaribus uniseriatis utroque latere anticis 3 ad 5 caninis vel caninoideis inaequalibus, sequentibus parvis vel mediocribus subaequalibus posterioribus antrorsum directis; dentibus inframaxillaribus anterioribus biseriatis posterioribus uniseriatis, utroque latere anterioribus serie externa 5 vel 6 postrorsum longitudine accrescentibus postico canino retrorsum curvato, posterioribus canino multo brevioribus gracilibus subaequalibus; dentibus pharyngealibus multiseriatis ex parte acicularibus stipitatis ex parte compressis apice leviter curvatis vel uncinatis; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; squamis capite et regione nuchali mediana nullis, nuchalibus lateribus minimis; squamis trunco parvis ctenoïdeis, 85 ad 90 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 25 circ. in serie transversali initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis caudalibus iis lateribus medio et antice majoribus; appendice anali brevi; pinnis dorsalibus subcontinuis; dorsali spinosa corpore non ad paulo humiliore spinis 3^{a} et 4^{a} vel 2^{a} 3^{a} et 4^{a} ceteris longioribus plus minusve ultra membranam productis; dorsali radiosa et anali forma longitudine et altitudine subaequalibus, antice et medio corpore humilioribus, postice angulatis radiis posticis frequenter ceteris et corporis altitudine longioribus; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro longioribus; ventralibus capite absque rostro vix ad sat multo brevioribus; caudali junioribus

obtuse rotundata capite non multo ad multo longiore; colore corpore superne viridescente-roseo, inferne dilutiore vel roseo-margaritaceo; iride flavescente vel pallide rosea; capite utroque latere vittis 3 longitudinalibus obliquis postrorsum adscendentibus; trunco utroque latere vittis 3 longitudinalibus roseis, superiore lineae dorsali approximata, inferiore axillo-caudali; pinnis flavescentibus vel aurantiacis; dorsali spinosa vittulis pluribus longitudinalibus obliquis roseis apice vulgo macula parva nigra; dorsali radiosa dimidio basali vittis 2 longitudinalibus roseis; dimidio libero maculis oblongis transversis vel ocellis pluribus roseis; pectoralibus basi vulgo macula irregulari rosea; anali vitta basali rosea; caudali ocellis roseis irregulariter ornata; mucosa oris nigra.

B. 5. D. 6—1/12 vel 6—1/13. P. 19 vel 20. V. 1/5. A. 1/12 vel 1/13. C. 7/13/6 circ

Syn. *Eleotris muralis* QG., CV., Poiss. XII p. 190 tab. 357; Blkr, Bijdr. ichth. Moluksche eil. Nat. T. Ned. Ind. III p. 276; Günth., Cat Fish. III p. 130.

Eleotriodes muralis Blkr, Ind. descr. Pisc. Nat. T. Ned. Ind. XIV p. 465.

Eleotris lineato-oculatus Kner, Neue Fish Mus. Godeffr. Sitz. ber. k. Ak. Wiss. LVI p. 720 tab. 3 fig. 1.

Kebus, *Niki* Manad; *Nike*, *Duwong* Batjan.

Hab. Sumatra (Priaman); Singapura; Pulu Brani; Bangka (Muntok); Bawean; Celebes (Manado; Timor (Kupang); Batjan (Labuha); Ceram (Wahai); Amboina; Goram; Philipp.; in mari.

Longitudo 18 speciminum 55''' ad 165'''.

Rem. Le Valenciennesia muralis s'étend par toute l'Inde archipélagique et hors l'Insulinde jusqu'aux îles Viti et Tikopia (Taiboa). Il a le corps plus allongé que les autres espèces insulindiennes et est aisément reconnaissable par la formule des écailles et par les bandelettes longitudinales maxillo-operculaires. D'aucune espèce de Valenciennesia je possède d'aussi grands individus que du muralis, ce qui paraît indiquer que celui-ci atteint des dimensions plus considérables que ses congénères. La figure de l'Eleotris lineato-oculatus Kner, prise évidemment

sur un individu du muralis, a même une longueur de plus de 170 millimètres.

Valenciennesia sexguttata Blkr, Not. Eleotrif,, Arch. néerl. sc. nat. X p. 106.

Valenc. corpore elongato compresso, altitudine $6\frac{3}{4}$ ad $7\frac{1}{3}$ in ejus longitudine, latitudine $1\frac{1}{3}$ circ. in ejus altitudine; capite obtusiusculo 4 ad $4\frac{3}{5}$ in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{3}{4}$ ad 2-, latitudine capitis 2 ad $2\frac{1}{5}$ in ejus longitudine; oculis oblique sursum spectantibus, diametro $4\frac{1}{3}$ ad $4\frac{2}{3}$ in longitudine capitis, diametro $\frac{3}{5}$ ad $\frac{2}{3}$ distantibus; rostro obtusiusculo convexo oculo non ad paulo longiore, apice ante vel infra oculi marginem inferiorem sito; maxillis aequalibus, superiore sub medio oculo circ. desinente; dentibus maxillis acutis conicis curvatis; intermaxillaribus uniseriatis utroque latere anticis 3 ad 6 caninis vel caninoideis inaequalibus, sequentibus parvis vel mediocribus inaequalibus posterioribus antrorsum directis; inframaxillaribus anterioribus biseriatis posterioribus uniseriatis, utroque latere anterioribus serie externa 5 vel 6 postrorsum longitudine accrescentibus postico canino retrorsum curvato, posterioribus canino multo brevioribus gracilibus subaequalibus; dentibus pharyngealibus multiseriatis ex parte acicularibus stipitatis ex parte compressis apice leviter curvatis vel uncinatis; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; squamis capite et regione nuchali mediana nullis, nuchalibus lateralibus minimis; squamis trunco ctenoideis, 85 ad 90 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 22 vel 23 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis caudalibus iis lateribus medio et antice majoribus; appendice anali valde brevi; pinnis dorsalibus subcontinuis; dorsali spinosa acuta vel acutiuscula corpore humiliore ad altiore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus frequenter plus minusve ultra membranam productis; dorsali radiosa et anali forma longitudine et altitudine subaequalibus antice et medio corpore humilioribus postice angulatis interdum corpore paulo altiori-

bus; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro non ad paulo longioribus; ventralibus capite absque rostro paulo brevioribus; caudali obtusa convexa capite paulo breviore ad paulo longiore; colore corpore superne roseo-viridi, inferne roseo-margaritaceo; iride flavescente rosea; genis, maxillis, operculis basique pectoralium guttulis coeruleis violaceo annulatis 6 ad 9 in series 2 vel 3 longitudinales dispositis; medio dorso ante basin dorsalis spinosae interdum macula oblonga profunde violacea; lateribus inferne vitta longitudinali rosea; pinnis flavescente-aurantiacis vel roseis membrana dilutioribus hyalinis; dorsali spinosa guttulis sparsis violaceis, apice macula parva violaceo-nigra; dorsali radiosa vittulis 4 ad 6 longitudinalibus violascentibus vel roseis; anali vitta intramarginali violacea et basi et margine posteriore ocellis 8 ad 10 aureis violaceo annulatis interdum in vittam coalescentibus; caudali superne et inferne ocellis roseis vel aureis violaceo annulatis, superne medio junioribus praesertim macula oblonga violacea; mucosa oris postice nigricante-fusca.

B. 5. *D*. 6—1/12 vel 6—1/13. P. 19 vel 20. V. 1/5. A. 1/11 vel 1/12 vel 1/13. C. 7/13/5 circ.

Syn. *Eleotris sexguttata* CV., Poiss. XII p. 191; Blkr. N. soort. Blenn. Gob. Nat. T. Ned. Ind. I p. 253; Act. Soc. Sc. Neerl. III, Zesde bijdr. vischf. Sumatra p. 42; Günth., Cat. Fish. III p. 130.

Eleotriodes sexguttatus Blkr, Ind. descr. Pisc. Nat. T. Ned. Ind. XIV p. 465.

Hab. Sumatra (Padang, Priaman); Bawean; Sangir; Timor (Kupang); Buro (Kajeli); Obi-major; Amboina; Goram; in mari.

Longitudo 14 specimiuum 64‴ ad 115‴.

Rem. Le Valenciennesia sexguttata présente une formule des écailles et des nageoires analogue à celle du muralis, mais il est distinct par son corps plus trapu, par la mâchoire supérieure qui s'étend jusque sous le milieu de l'oeil et par l'absence de bandelettes tant sur les joues que sur la première dorsale, qui sont ornées au contraire, les joues et les opercules de petits ocelles bleus cerclés de violet et la dorsale de gros points ou gouttelettes violâtres.

Hors l'Insulinde l'espèce n'est connue habiter que les côtes de Ceylon.

AMBLYELEOTRIS Blkr.

Corpus elongatum compressum ; capite obtuso convexo alepidoto; praeoperculo inermi. Maxillae subaequales. Dentes maxillis tri- ad quadriseriati, serie externa longiores, intermaxillares anteriores, inframaxillares laterales medii canini. Dentes pharyngeales pluriseriati conici curvati. Nares anteriores a rostri margine remotae margine elevato claudendae. Squamae parvae, 85 circ. in serie longitudinali, trunco antice cycloideae trunco postice ctenoideae. Isthmus latus. Pinnae; dorsales approximatae, radiosa spinosa duplo circ. longior, caudalis obtusa. B. 5. D. 6—1/12 vel 6—1/13. A. 1/12 vel 1/13.

Rem. L'espèce type du genre actuel a été enregistrée à tort parmi les membres du genre Valenciennesia (Eleotriodes). Le genre Amblyeleotris est nettement caractérisé dans le groupe des Pareleotrini par la dentition, par la formule de la seconde dorsale et de l'anale, par la tête fort obtuse, par les petites écailles cycloïdes de la moitié antérieure du tronc, etc.

Je n'en connais positivement jusqu'ici qu'une seule espèce, publiée, il y a une vingtaine d'années, sous le nom d'Eleotris periophthalmus, mais je pense que le Valenciennesia notophthalmus Blkr de Chine, décrit d'après un dessin chinois (Ned. T. Dierk. IV p 153) représente une seconde espèce du genre. Cette espèce doit même être assez voisine du periophthalmus par le profil, par les gouttelettes de la tête et par les bandes transversales du corps, mais elle est figurée comme ayant un grand ocelle noir à centre bleuâtre et cerclé de jaune sur le devant de la première dorsale et de taches rougeâtres ou oranges disposées en rangées obliques et transversales sur la seconde dorsale et la caudale.

Amblyeleotris periophthalmus Blkr, Not. Amblyeleotris., Versl. Kon. Ak. Wet. 2e Reeks VIII p. 374.

Amblyel. corpore elongato compresso, altitudine 8 fere in ejus longitudine, latitudine $1\frac{1}{3}$ circ. in ejus altitudine; capite valde obtuso convexo 5 et paulo in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{2}{3}$ circ.-, latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 4 circ. in longitudine capitis, diametro $\frac{1}{4}$ circ. distantibus; rostro valde obtuso subtruncato oculo plus duplo breviore, apice ante pupillae marginem inferiorem sito; maxilla superiore maxilla inferiore paulo breviore sub oculi margine posteriore desinente; dentibus maxillis acutis conicis curvatis, anterioribus et lateralibus pluriseriatis (3- ad 4-seriatis) serie externa ceteris longioribus, anterioribus utroque latere ceteris majoribus, caninis intermaxillaribus utroque latere 3, inframaxillaribus utroque latere 4 posteriore ceteris longiore retrorsum curvato: dentibus pharyngeali bus pluriseriatis conicis acutis curvatis (nec acicularibus nec stipitatis nec uncinatis); sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; squamis capite et regione nuchali mediana nullis; squamis nuchalibus lateralibus et lateribus antice minimis cycloideis, lateribus postice parvis, cauda mediocribus ceteris multo majoribus; squamis mediis lateribus caudaque ctenoideis; squamis 80 ad 85 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 22 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 10 in serie transversa media caudae parte libera; appendice anali brevi; pinna dorsali spinosa corpore humiliore obtusa spinis mediis ceteris longioribus; dorsali radiosa et anali forma, longitudine et altitudine subaequalibus corpore humilioribus, postice acutangulis; pectoralibus acutiuscule rotundatis; ventralibus et caudali obtuse rotundata capite non ad paulo brevioribus; colore capite roseo, corpore superne lateribusque luteo, thorace roseo, ventre margaritaceo: iride flavescente-rosea margine pupillari aurea; capite et nucha guttulis aureo-rubris rubro-violaceo annulatis; corpore fasciis 6 transversis roseis, 1a operculari, 2a dorso-ventrali, 3a 4a et 5a dorso-analibus, 6a caudae partis liberа; pinnis dorsalibus viridescente-margaritaceis aurantiaco mar-

ginatis, spinis radiisque fuscescente variegatis, membrana parce margaritaceo guttulatis; pectoralibus basi flavis ceterum dilute roseis; ventralibus membrana coerulescente-hyalinis radiis aurantiacis; anali dimidio basali flavescente-aurantiaca guttulis dilute coeruleis, dimidio libero aureo-rubra vittulis 3 longitudinalibus coeruleis; caudali flavescente-aurantiaca inferne violascente.

B. 5. D. 6—1/12 vel 6—1/13. P. 19. V. 1/5. A. 1/12 vel 1/13. C. 6/13/5 circ.

Syn. *Eleotris periophthalmus* Blkr, Diagn. n. vischs. Batavia, Nat. T. Ned. Ind. IV p. 477; Günth., Cat. Fish. III p. 124.
Eleotriodes periophthalmus Blkr, Ind. spec. pisc. Nat. T. Ned. Ind. XIV p. 465.

Hab. Java (Batavia); in mari.

Longitudo speciminis unici 75‴.

Pterelеotris Gill.

Corpus elongatum compressum; capite acutiusculo alepidoto. Squamae trunco cycloideae plus quam 100 in serie longitudinali. Dentes maxillis pluriseriati serie externa longiores ex parte caninoidei; pharyngeales aciculares rectiusculi apice subuncinati. Maxilla inferior prominens. Aperturae branchiales isthmo lato separatae. Pinnae; dorsales radiosa et analis radiis omnibus indivisis, dorsalis radiosa spinosa duplo vel plus duplo longior, caudalis truncato-emarginata. D. 4. D. 6—1/27 ad 6—1/30. A. 1/26 ad 1/30.

Rem M Gill a reconnu le premier le genre Ptereleotris (sans toutefois le décrire) en indiquant comme espèce type l'Eleotris microlepis. Cette espèce est en effet d'un type bien distinct du genre Valenciennesia, par la longueur extra-ordinaire de la seconde dorsale et de l'anale, soutenues chacune par 27 jusqu'à 30 rayons indivisés; par les dents plurisériales aux deux mâchoires, par les écailles cycloïdes et par la forme tronquée ou échancrée de la caudale.

Je n'en connais que deux espèces, qui toutes les deux habitent l'Insulinde est dont celle qui est le type du genre a été

retrouvée aussi près des côtes de Zanzibar. Ces deux espèces ont pour principaux caractères:

I. Dorsale et anale à 28 ou 29 rayons. Base inférieure de la pectorale à tache oblongue noirâtre. Caudale sans tache ni bande noire.

1. *Ptereleotris microlepis* Blkr.

II. Dorsale à 31 ou 32, anale à 30 ou 31 rayons. Pectorale sans tache noirâtre. Partie médiane de la caudale noire.

2. *Ptereleotris heteropterus* Blkr.

Ptereleotris microlepis Gill, Proc. Acad. nat. sc. Phil. 1863 p. 271.

Ptereleotr. corpore elongato compresso, altitudine 8 circ. in ejus longitudine, latitudine $1\frac{1}{2}$ fere in ejus altitudine; capite acuto compresso 6 circ. in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{2}{3}$ circ.-, latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; oculis lateraliter spectantibus, diametro $3\frac{1}{3}$ circ. in longitudine capitis, minus diametro 1 distantibus; rostro convexiusculo oculo breviore apice ante oculi partem superiorem sito; rictu valde obliquo; maxilla superiore valde protractili maxilla inferiore breviore, sub oculi parte anteriore desinente; dentibus maxillis acutis conicis curvatis, intermaxillaribus pluriseriatis serie externa ceteris brevissimis multo longioribus inaequalibus utroque latere 4 vel 5 caninis distantibus, inframaxillaribus anterioribus tri- vel pluriseriatis posteribus uniseriatis serie externa et serie interna antice utroque latere latere caninis 2 ad 4; dentibus pharyngealibus multiseriatis acicularibus rectiusculis ex parte apice subuncinatis; sulco oculo-supra-operculari parum conspicuo; squamis capite nuchaque linea mediana nullis, trunco minimis cycloideis valde deciduis, plus

quam 100 in serie longitudinali, caudalibus quam trunco antice paulo majoribus; appendice anali conica brevi; pinnis dorsalibus subcontiguis, dorsali spinosa radiosa humiliore obtusa, spinis gracillimis 5ª ceteris longiore, 6ª longe post 5m remota; dorsali radiosa corpore humiliore plus triplo longiore quam alta, obtusa, antice quam postice altiore, 3 circ. in longitudine corporis; pectoralibus latis rhomboideis capite absque rostro non longioribus; ventralibus capite paulo brevioribus; anali dorsali radiosa paulo breviore sed eae forma et altitudine subaequali; caudali truncato-emarginata angulis acuta capite paulo longiore; colore corpore superne viridescente-roseo, inferne margaritaceo-roseo; iride rosea margine pupillari aurea; capite rostro genisque maculis oblongis ex parte curvatis coeruleis; vittis postoculari longitudinali et operculari valde curvata coeruleis; pinnis flavescente-aurantiacis; dorsalibus purpureo marginatis, spinosa vittula obliqua coerulea postrorsum adscendente; pectoralibus basi dimidio inferiore macula oblonga transversa duplice coerulescente et nigricante-violacea; anali basi vitta duplice, superiore coerulescente inferiore ignea vel aurea.

B. 4. D. 6—1/27 vel 6—1/28. P. 23. V. 1/5. A. 1/27 vel 1/28. C. 8/14/8 circ. vel 8/13/8 circ.

Syn. *Eleotris microlepis* Blkr, Vijfde bijdr. ichth. Banda, Nat T. Ned. Ind. XI p. 102; Günth., Cat. Fish. III p. 132; Playf., Fish. Zanzib. p. ˙5 tab. 9 fig. 5.

Eleotriodes microlepis Blkr, Ind descr. spec. pisc. Nat. T. Ned. Ind. XIV p. 465

Hab. Nias; Banda (Neira); in mari.

Longitudo speciminis descripti 85‴.

Rem. M. Playfair a publié une belle figure de cette espèce prise sur un individu des côtes de Zanzibar et mesurant environ 120‴, ce qui prouve que l'espèce devient notablement plus grande que l'individu décrit ci-dessus. M. Playfair dit encore, par rapport aux couleurs du corps: »Pale greenish, with a number of very faint flesh-coloured cross bands, those on the front part straight, the remainder crescent-shaped, the horns pointing forward; these cease before the tail, on which are about three similar longitudinal bands, which are continued on the caudal

fin." Ces bandes n'existaient plus sur mon individu lorsque j'en dressai la description.

Ptereleotris heteropterus Blkr, Notic. Eleotrif., Arch. néerl. sc. nat. X p. 106.

Ptereleotr. corpore elongato compresso, altitudine $8\frac{1}{3}$ circ. in ejus longitudine, latitudine $1\frac{2}{5}$ circ. in ejus altitudine; capite acutiusculo compresso $5\frac{1}{4}$ circ. in longitudine corporis; altitudine capitis 2 circ.-, latitudine capitis $2\frac{1}{3}$ circ. in ejus longitudine; oculis lateraliter spectantibus, diametro 3 circ. in longitudine capitis, diametro 1 fere distantibus; rostro convexiusculo oculo breviore apice ante oculi partem superiorem sito; rictu valde obliquo; maxilla superiore valde protractili maxilla inferiore breviore sub oculi margine anteriore desinente; dentibus maxillis acutis conicis curvatis, intermaxillaribus pluriseriatis serie externa ceteris brevissimis multo longioribus inaequalibus utroque latere caninoideis 3 vel 4 distantibus, inframaxillaribus anterioribus tri- vel pluriseriatis ex parte caninoideis posterioribus uniseriatis; sulco oculo-suprascapulari parum conspicuo; squamis capite et linea nuchae mediana nullis, trunco minimis cycloideis valde deciduis plus quam 100 in serie longitudinali, caudalibus quam trunco antice paulo majoribus; appendice anali vix conspicua; pinnis dorsalibus subcontiguis? dorsali spinosa dorsali radiosa non vel vix altiore obtusa corpore humiliore, spinis gracillimis 6ª longe post 5ᵐ remota; dorsali radiosa et anali antice quam postice altioribus, dorsali anali paulo longiore et altiore longitudine 3 fere in longitudine corporis; pectoralibus obtusis et ventralibus capite absque rostro brevioribus; caudali emarginata lobis rotundatis capite breviore; colore corpore superne viridi-roseo, inferne margaritaceo; iride rosea; pinnis dilute aurantiacis, caudali medio tota longitudine nigra.

B. 4? D. 6—1/30 vel 6 – 1/31. P. 23 vel 24. V. 1/5. A. 1/29 vel 1/30. C. 7/13/6 circ.

Syn. *Eleotris heteropterus* Blkr, Negende bijdr. ichth. Borneo, Nat. T. Ned. Ind. IX p. 422; Günth., Cat. Fish. III p. 132.

Eleotriodes heteropterus Blkr, Ind. descr. spec. pisc. Nat. T. Ned. Ind. XIV p. 465.
Hab. Borneo (Baudjermasin); in fluviis.
Longitudo speciminis unici 49‴.

Rem. Cette espèce se fait aisément reconnaître par la partie noire de la caudale qui s'étend depuis le milieu de la base jusqu'à la partie médiane du bord postérieur, par l'absence au contraire d'une tache noirâtre à la base de la pectorale et par quelques rayons de plus à la seconde dorsale et à l'anale. Ce que j'ai dit, dans ma description antérieure, du rayon libre entre les deux dorsales, a rapport à la sixième épine de la première dorsale, qui se trouve plus éloignée de la cinquième épine que celle-ci des épines antérieure. Cette sixième épine a été probablement réunie par une membrane mince a la cinquième (comme dans le microlepis) mais déchirée par la manipulation. Je ne puis pas non plus constater sur mon individu le nombre antérieurement donné de 6 rayons branchiostèges nombre qui probablement est une erreur d'impression et doit être lu = 4.

ORTHOSTOMUS Kner.

Corpus elongatum compressum; capite obtuso truncato superne squamato; rostro brevissimo. Dentes maxillis parvi graciles, antici 4 canini. Squamae trunco ctenoideae parvae. Maxilla inferior prominens. Rictus subverticalis. Aperturae branchiales isthmo angusto separatae. Pinnae, dorsales subcontiguae, radiosa spinosa plus duplo longior, caudalis obtusa convexa. B. 6. D. 6—1/25. A. 1/29. V. 1/4.

Rem. La place naturelle du genre Orthostomus est manifestement entre les genres Ptereleotris Gill et Oxymetopon Blkr et nullement près des Amblyopini où il a été placé par Kner. Il paraît que les rayons de la seconde dorsale et de l'anale soient tous indivisés, comme dans les Ptereleotris et les Oxymetopon. Le genre est du reste bien caractérisé par la tête tronquée à front

peu élevé, à museau extrêmement court et à fente de la bouche verticale, par la nature cténoïde des écailles, par la formule des ventrales et des rayons branchiostèges et par la forme obtuse et arrondie de la caudale.

On n'en connait jusqu'ici qu'une seule espèce, trouvée à Singapore, mais qui ne fait pas partie de mes collectioni.

Orthostomus amblyopinus Kner. IV Folg. n. Fisch. Mus. God., Sitz. ber. k. Ak. Wiss. 1868 Bd LVIII p. 330 tab. 6 fig 16.

Descriptio Kneriana sequens.

„Die Körperhöhe der Kopflänge und diese $1\frac{1}{8}$ der Körperlänge gleich, das Auge $\frac{1}{3}$ der Kopfflänge; Farbung hell bräunlich-gelb (vielleicht im Leben rosenroth) mit Silberstrichen und Flecken an den Seiten des Kopfes."

„Der Kopf ist zufolge der fast senckrechten Mundspalte beinahe vertical abgestutzt und die Symphyse des Unterkiefers ragt vor; von den vier stärkeren und längeren Fangzähnen beider Kiefer stehen die zwei inneren im unteren ganz am Rande fast wagrecht und nach vor- und aufwärts gekrümmt, die beiden äusseren nach vorne convexen sind aufrecht; die vier Fangzähne des Zwischenkiefers kleiner, kaum gebogen und mehr nach vorne als nach abwärts gerichtet; der Gaumen ist zahnlos; eine freie Zunge fehlt. Das Auge ist nur $\frac{2}{3}$ seines Durchmessers von der Symphyse und blos über $\frac{1}{2}$ vom anderen Auge entfernt; die Nasenbeine laufen vorne in je eine kurze Dornspitze aus, zwischen denen der dreieckige Stiel des Zwischenkiefers sich einschiebt, der bis zwischen die Augen reichend, daselbst eine tiefe Grube bildet. Der schief stehende Vordeckel ist unbewaffnet, nur vom hinteren Rande des Deckels ragt am Winkel ein kleiner flacher Dorn vor. Die Deckelstücke sind übrigens zu kurz und klein, um über die ganze grosze Kiemenspalte zu reichen, ein Theil der Kiemenhaut und Kiemenstrahlen ragt daher unter und hinter ihnen frei vor, da sie bis an die Kehle offen ist. Die erste Dorsale ist völlig von der zweiten getrennt und die mittleren und längsten ihrer einfachen, bieg-

sahmen Strahlen erreichen fast Körperhöhe und kommen den längsten in der hinteren Hälfte der zweiten Dorsale fast gleich. Die letzten Strahlen der zweiten Dorsale und auch der Anale reichen zurückgelegt bis auf die Basis der Caudale und lässen daher den Schwanzstiel flossenfrei. Die Analpapille liegt fast genau in halber Körperlänge. Die Caudale scheint schief von oben nach unten und vorwärts abgestutzt und kaum von Kopfeslänge zu sein. Eben so lang sind die Brustflossen, die bis unter das Ende der ersten Dorsale reichen und auf einer breiten musculösen und überschuppten Basis aufsitzen; die unter ihnen eingelenkten, zugespitzten Ventralen erreichen beinahe die Analgrübe. Die Beschuppung beginnt am Kopfe unmittelbar hinter den Augen und daselbst liegen bis zur ersten Dorsale die kleinsten Schuppen, nur wenig grössere bedecken die Basis der Brustflossen und den Bauch, grössere die Seiten des Rumpfes, die grössten liegen seitlich am freien Schwanzstiele; die Caudale und alle übrigen Flossen sind unbeschuppt; die Rechenzähne der Kiemenbögen sind ansehnlich lang. Die Rückenseite dunkler als der Bauch, alle Flossen durchscheinend. An den Wangen über dem unteren Rande des Vordeckels ein Silberstrich, oberhalb ein kürzerer vom Suborbitalring bis an den Rand des Oberkiefers, ein kleiner Silberfleck am vorderen Augenrande, 1—2 hinter dem Auge und noch 1—2 längliche auf dem Deckel selbst und dem hinabgezogenen Unterdeckel. B. 6. D. 6—30. V. 5/5. P. 18. C. 16 et lat. brev."

„Hab. Singapura."

„Longitudo „2½" ".

Oxymetopon Blkr.

Corpus elongatum maxime compressum; capite obtuso vertice carinaeformi elevato squamato. Squamae trunco ctenoideae deciduae 100 circ. in serie longitudinali. Dentes maxillis pluriseriati serie externa longiores, antici 2 canini praesymphysiales. Canini insuper 2 inframaxillares postsymphysiales. Dentes pharyngeales aciculares apice vix curvati. Maxilla inferior prominens. Rictus valde obliquus Aperturae branchiales isthmo

angusto separatae. Pinnae dorsales subcontiguae, radiosa et analis radiis omnibus simplicibus, dorsali radiosa dorsali spinosa plus duplo longior, caudalis lanceolata. B. 5. D. 6—1/31. A. 1/31. V. 1/4.

Rem. Le genre Oxymetopon est fort remarquable par l'extrême compression du corps, par l'élévation de la crête fronto-nuchale et par la dentition, mais toute son organisation lui indique une place parmi les Pareleotrini. Je n'en connais qu'une seule espèce dont je reçus l'unique individu de l'île de Timor peut avant mon départ des Indes.

Oxymetopon typus Blkr, Zesde bijdr. vischf. Timor, Nat. T. Ned. Ind. XXII p. 258; Günth., Cat. Fish. III p. 153.

Oxymet. corpore elongato valde compresso, altitudine $7\frac{1}{2}$ circ. in ejus longitudine cum-, $5\frac{1}{4}$ circ. in ejus longitudine absque pinna caudali; latitudine corporis 4 circ. in ejus altitudine; capite valde compresso obtuso $9\frac{3}{4}$ circ. in longitudine corporis absque pinna caudali, vix altiore quam longo; fronte vertice nuchaque in cristam carnosam squamatam desinente; linea rostro-dorsali ante oculos concava, fronte, vertice nuchaque valde convexa; oculis horizontaliter extrorsum spectantibus, diametro $3\frac{1}{4}$ circ. in longitudine capitis, diametro 1 fere distantibus; naribus oculo approximatis, patulis, posterioribus anterioribus minoribus; rostro brevissimo; rictu maxime obliquo; maxilla superiore protractili, valde oblique descendente, sub oculi dimidio anteriore desinente, 2 circ. in longitudine capitis; maxilla inferiore ante superiorem prominente; dentibus maxillis seriebus internis minimis, serie externa curvatis majoribus, intermaxillaribus inframaxillaribus longioribus antice 4 caninis curvatis externis internis longioribus, inframaxillaribus anticis 2 postsymphysialibus et 2 praesymphysialibus caninis curvatis postsymphysialibus quam praesymphysialibus longioribus; apertura branchiali sub praeoperculi margine posteriore desinente; capite vertice tantum squamato; squamis trunco ctenoideis 105 circ. in serie longitudinali, postrorsum magnitudine sensim accrescen-

tibus caudalibus lateralibus anterioribus conspicue majoribus; appendice anali oblonga obtusa; pinnis dorsalibus basi tantum continuis; dorsali spinosa corpore paulo humiliore, acuta, spina 2ª ceteris longiore, spina 6ª longe post 5m inserta; dorsali radiosa corpore duplo circiter humiliore dorsali spinosa plus duplo longiore, postice quam medio non altiore; pectoralibus obtuse rotundatis et ventralibus acutis capite non vel vix brevioribus; anali dorsali radiosa paulo humiliore et vix breviore, postice quam medio non altiore; caudali acuta lanceolata radiis mediis in fila productis $3\frac{1}{3}$ ad $3\frac{1}{4}$ in longitudine totius corporis; colore corpore superne roseo vel viridescente-roseo, inferne margaritaceo; iride flava; genis vittis 2 longitudinalibus obliquis brevibus coeruleis; pinnis dorsalibus roseo-hyalinis vittis 3 vel 4 longitudinalibus coeruleis; pectoralibus flavescente-roseis basi carnosa inferne stria brevi coerulea; ventralibus aurantiacis; anali violacea; caudali aurantiaco-rosea membrana inter singulos radios ocellis parvis coerulescentibus.

B. 5. D. 6—1/31. P. 20 vel 21. V. 1/4. A. 1/31. C. 30 lat. brev. incl.

Hab. Timor (Kupang); in mari.

Longitudo speciminis unici 159‴.

Scripsi Hagae Comitis Calendis Januarii 1875.

VERMINDERING

VAN DEN

WATERAFVOER VAN RIVIEREN EN STROOMEN.

Rapport uitgebragt ter Vergadering van 27 Januarij 1877.

Mij werd in handen gesteld een rapport der commissie, belast met het uitbrengen van een verslag aan de keizerlijke Academie te Petersburg, over het werk van den Heer WEX, betrekkelijk de vermindering van het water der wellen en stroomen.

De keizerlijke Academie van wetenschappen te Weenen had namelijk in 1875 aan de keizerlijke Academie te Petersburg gezonden een in 1873 in het licht verschenen Memorie van GUSTAVE WEX, Hoofddirecteur der werken tot verbetering van den Donau, getiteld: *Ueber die Wasserabnahme in den Quellen, Flüssen und Strömen mit zunehmenden höher ansteigenden und öfter eintretenden Hochwasserstanden* *).

De Academie te Weenen voegde bij de Memorie het rapport van hare commissie en noodigde de Academie te Petersburg uit hare aandacht op dit onderwerp te vestigen, en te willen medewerken, om zoo mogelijk de middelen te vinden tot beperking der rampen in de Memorie vermeld. Zij verzocht tevens mededeeling van de waterstanden, die gedurende eene reeks van jaren langs de stroomen en rivieren waren waargenomen en voor het geval, dat zulke waarnemingen nog niet werden gedaan, dat de Academie alsdan de middelen wilde beramen om daartoe te geraken. De Academie te Weenen uitte

---

*) Deze memorie is te vinden in het *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architecten-Vereins.* Jahrgang 1873, II, IV, VI und VII Heft.

daarbij den wensch, dat die waarnemingen volgens een algemeen stelsel konden geschieden, en beval daartoe aan de graphische lijnen, vermeld in de Memorie van den Heer WEX.

Eindelijk deelde de keizerlijke Academie van Weenen haar voornemen mede om de instellingen, die in deze zaak belang stelden, te verzoeken de zaak gezamenlijk te bespreken, ten einde te weten hoe men het meeste nut zoude kunnen trekken uit de gegevens, die men thans reeds ten deze bezit.

Na het belang der zaak te hebben voorgesteld, constateert de Heer WEX in zijne Memorie de vermindering van het water op de stroomen en rivieren en bespreekt daarna de nadeelige gevolgen er van. Hij grondt zijne stelling op eigene waarnemingen gedurende 40 jaren, gedaan op verschillende Oostenrijksch-Hongaarsche rivieren. Niettegenstaande het feit van watervermindering ook door andere personen is waargenomen, wordt de juistheid daarvan door bekwame deskundigen ontkend, als door den Pruissischen waterbouwkundige G. HAGEN en den Pruissischen Inspecteur van Hydraulische werken MAAS en meer anderen.

Zoo heeft MAAS in druk gegeven de uitkomst van waterwaarnemingen, gedaan van 1727 tot 1869, alzoo over een tijdvak van 143 jaren op de Elbe te Maagdenburg, waaruit wel blijkt dat de waterstand aanmerkelijk is verlaagd, doch zulks niet aan verminderden waterafvoer moet worden toegeschreven, maar aan de werken tot verbetering der rivier uitgevoerd, waardoor de stroomsnelheid is vermeerderd, zoodat men volgens het gevoelen van den Heer MAAS geen verdere verlaging van waterstand te vreezen heeft, daar de werken tot verbetering van het stroombed zijn voltooid.

Ook de Heer GREBENAU, lid der technische Rijncommissie, die blijkens den Heer WEX verlaging van den Rijn te Sönderheim heeft waargenomen, beschouwt in zijne *Resultate der Pegelbeobachtungen an den Rhein und Mosel* 1807—1872 op bladz. 20 „die Senkung des mittleren Jahreswasserstandes" langs den Rijn tot Bazel alleen als een gevolg van rivierafsnij-

dingen, die dan ook aldaar op groote schaal hebben plaats gehad en die rivier in 60 jaar 90 Kilometers hebben verkort.

De Heer WEX bestrijdt deze meeningen en beroept zich, behalve op zijne eigene bevinding, nog op minstens een tiental geleerden en doet uitkomen in hoe groote mate de wouden de vochtigheid bevorderen en krachtig medewerken om het doorsijpelen van water in den grond te doen plaats hebben en daardoor de wellen te voeden. Bij opruiming der bosschen stroomt het water met kracht van de hoogte, veroorzaakt overstroomingen en vormt diepe geulen in den bodem. De vernieling der bosschen heeft tevens ten gevolge de vermeerdering van warmte en droogte in de zomermaanden en der koude in den winter.

De schrijver noemt als waarschuwend voorbeeld hetgeen Palestina, Perzië, Griekenland, Sicilië en Spanje, ten gevolge van het wegruimen der bosschen, zijn geworden.

De Russische commissie voegt bij deze voorbeelden het zuidelijk gedeelte van Rusland, alwaar vóór 150 à 200 jaar uitgestrekte bosschen bestonden, op plaatsen die thans in steppen zijn herschapen, waarvan de hoogste gedeelten geheel van water zijn beroofd en daardoor onbewoonbaar zijn. Ook noemt die commissie de Wolga en Dnieper, waarlangs de wouden zijn en nog worden uitgeroeid, en wel met zooveel kracht, dat het middelste en laagste gedeelte dier rivieren, die zoo noodig voor den Russischen handel zijn, reeds geheel onbeplante streken doorloopt, alwaar de vloeden eene vroeger ongekende hoogte bereiken. De klagten over voortdurende verplaatsingen van het rivierbed zijn dan ook vele, en de sneeuw der steppen, plotseling door sterke regens gesmolten, vormt zulke sterke waterstroomen, dat groote gedeelten der bouwgronden worden medegevoerd en nieuwe ondiepten in de rivierbeddingen vormen. De commissie is dan ook overtuigd, dat de belemmeringen der vaart op de Wolga, Don en Dnieper veel minder zouden zijn, wanneer men de uitroeijing der bosschen had weten te voorkomen.

De commissie merkt intusschen op, dat eene reeks van langdurige waarnemingen van waterstanden niet voldoende is, om met zekerheid eene vermindering van de massa water te staven. Wat daarvoor noodig is, zijn naauwkeurige metingen van den

werkelijken afvoer op verschillende dwarsprofillen der rivier gedurende vele jaren.

Wanneer de hoeveelheid gevallen regen jaarlijks dezelfde blijft, dan kan de verandering, die de rivieren in den loop der tijden ondergaan, slechts eene veranderde verdeeling in den afvoer van het water geven. Dit is ook wat men bij de Wolga aanneemt het geval te zijn, namelijk dat de hoeveelheid afgevoerd water niet is verminderd sedert dat hare boorden van bosschen zijn beroofd, maar dat de stroomen in het voorjaar hooger zijn geworden, terwijl de waterstand gedurende den zomer is verlaagd.

De commissie is alzoo van meening, dat de volgende twee punten meer bepaald en met meerder naauwkeurigheid moeten worden onderzocht, dan zulks door den Heer WEX is geschied.

1°. Is de hoeveelheid water door de rivieren afgevoerd, in den loop der tijden verminderd?

2°. Is de hoeveelheid water in verschillende tijden van het jaar afgevoerd belangrijk gewijzigd, onaangezien of de jaarlijksche hoeveelheid gevallen regen is veranderd of dezelfde gebleven?

Hierbij wordt de opmerking gemaakt, dat men geen bevestiging der 1ste vraag voor al de rivieren der wereld kan verwachten, daar alsdan overal minder regen zou gevallen zijn, hetgeen niet is aan te nemen, wanneer de groote oppervlakte der zeeën en de hoofd-windrigtingen geen wijziging ondergaan.

Het Oesterreichische Ingenieur- und Architecten-Verein heeft in 1873 ook eene commissie benoemd, om de stelling van den Heer WEX te onderzoeken. Deze commissie van kundige en voor het meerendeel ook practische mannen, met de Oostenrijksche rivieren wel bekend, hebben na twee jaren een belangrijk verslag uitgebragt, dat in het tijdschrift dier vereeniging (jaargang 1875, Heft VIII—IX) is opgenomen. Ook daarin wordt hetzelfde gevoelen geuit en wel als volgt:

„Ihr Comité konnte die blosse Aufstellung von Pegellesun„gen nicht als maassgebend für die Messung der abfliessenden „Wassermengen ansehen, und noch weniger die vergleichende „Gruppirung derselben als einen Beweis für die zu- oder Abnahme „dieser Abflussmenge gelten lassen.”

Ook die commissie zegt dat zij de conclusie van den Heer WEX

eerst dan zou kunnen aannemen, wanneer de waterstandstabellen vergezeld gingen van waarnemingen der profilsveranderingen en van wijzigingen in het lengteprofil der rivieren, die dat bevestigden.

Natuurlijk erkent die commissie ook den grooten invloed der bosschen op de gelijkmatige afvloeijing van het water, en dat het behoud van bosschen in bergachtige landen van het grootste belang is voor de bevaarbaarheid der rivieren, waarop in vele landen te weinig wordt gelet.

Ik geloof niet dat de Academie van mij verlangt hier in verdere bijzonderheden te treden en al de redenen te vermelden, waarmede beide meeningen omtrent minderen of gelijken afvoer van water worden verdedigd of bestreden; alleen wil ik nog enkele bijzonderheden aanstippen, ook met hetgeen ten deze in Nederland is waargenomen of wordt verrigt.

Vooreerst kan men gerust aannemen, dat uit de vroeger waargenomen waterstanden langs de rivieren volstrekt geen gevolgtrekkingen zijn af te leiden. De vroegere gesteldheid der rivieren is ons slechts hoogst oppervlakkig en de doorstroomingsprofillen volstrekt niet bekend. De hoogte van het water aan een bepaald punt heeft geen waarde, wanneer die niet wordt vergeleken met boven- en benedenwaarts gelegen waterstanden en dan nog in verband met de hoogte der bedding en profilsinhoud.

De gemiddelde waterstanden zijn rekenkunstige gemiddelden der waargenomen waterhoogten gedurende zekere tijdperken. Het zijn intusschen niet de werkelijk gemiddelde standen, namelijk die, waarbij de gemiddelde hoeveelheid water wordt afgevoerd; en de vergelijking der waterstanden kan ons alzoo niets zekers omtrent den waterafvoer leeren.

Uit enkele gegevens zou men intusschen tot de meening overhellen, dat de waterafvoer niet vermindert. Zoo blijkt uit de registers der peilschalen en de beide tienjarige overzigten, dat de waterstand te Emmerik langzamerhand verlaagt; en toch zou men, uit de metingen en berekeningen, eer vermeerdering dan vermindering van afvoer meenen te bespeuren.

Op de Maas, waar men met geen waterverdeeling boven St. Andries te doen heeft, maar tevens geen oude waarnemin-

gen en vroeger slechts zeer weinig peilschalen bezat, vindt men als jaarlijks gemiddelden waterstand

te Maastricht	van 1821—1849	.....	43.097
	van 1851—1875	.....	43.057
te Grave	van 1821—1849	.....	6.848
	van 1851—1875	.....	6.533

Maastricht behoudt dus denzelfden waterstand, terwijl het water te Grave merkelijk gedaald is.

Intusschen zal, vóór dat het gevoelen van den Heer WEX gestaafd of onwaar bevonden wordt, nog eene reeks van jaren moeten verloopen, alvorens zuivere waarnemingen van de gesteldheid der rivieren, in verband met die op Meteorologisch gebied gedaan, dienaangaande zullen beslissen, en de twee voormelde vragen door de commissie te Petersburg gesteld met zekerheid zullen kunnen worden beantwoord.

In ons land werden vóór het jaar 1873 geen waarnemingen gedaan van genoegzame naauwkeurigheid, om tot vergelijking te dienen met die welke thans worden genomen. Eene verzameling van de uitkomsten dezer vroegere waarnemingen op de Bijlandsche- en Pannerdensche kanalen van 1835 tot 1870 gedaan, vindt men achter het jaarverslag aan den Koning over de openbare werken van dat jaar. Het voorname gebrek zit in het gemis van controlewaarnemingen, zoodat het onmogelijk is de maat van naauwkeurigheid maar eenigszins na te gaan. Vroeger werden de waarnemingen wel eens in hetzelfde jaar herhaald en men vindt dan afwijkingen van 3 tot 10 procent.

Sedert 1873 is intusschen voor ons land een nieuw tijdperk ingetreden, waarbij men op last en onder beheer van den Hoofdingenieur van den Waterstaat ROSE alle mogelijke gegevens verzamelt, om met den loop en den toestand der rivieren bekend te geraken.

Vooreerst heeft men weêr gebruik gemaakt van het molentje van WOLTMAN, daarmede zijn vele waarnemingen gedaan en de constanten bepaald voor de verschillende formulen.

Ook werden daarbij verbeteringen aan dit werktuig gemaakt, waaronder het electrisch kloksignaal, waarbij 100 omwentelingen

door een klokslag worden aangegeven, wel als de voornaamste mag worden beschouwd.

Voorts zijn de stroomsnelheden gelijktijdig met het molentje en de drijvers van KRAIJENHOFF gemeten, waaruit ten duidelijksten is gebleken, dat er overwegende bezwaren aan het gebruik van de drijvers zijn verbonden, waarvan de uitkomsten dan ook onnaauwkeurig zijn en het afgeleid vermogen der rivieren te groot wordt aangegeven.

Men heeft door deze uitkomsten de waarnemingen van 1847—1872, gedaan met de drijvers van KRAIJENHOFF, omtrent de waterverdeeling op de bovenrivieren, kunnen benaderen.

Ook is het gebleken, dat bij bepaling van het vermogen der rivieren de profillen voortdurend moeten worden herzien, daar die binnen weinige maanden aanzienlijk kunnen veranderen.

Men heeft door gebruik van het molentje de gemiddelde snelheden in de verticalen berekend en het vermogen van den Boven-Rijn en zijne takken bij verschillende waterstanden bepaald.

Voorts zijn de verschillende profillen met de snelheden in teekening gebragt en de afvoer van den Rijn en zijne takken graphisch voorgesteld.

Al deze berekeningen en uitkomsten zijn te vinden achter het verslag aan den Koning over de Openbare werken van het jaar 1875 in de bijlagen III—IX, bladz. 191—335. Zij komen mij zóó belangrijk voor, dat ik gemeend heb u daarvan een exemplaar te moeten aanbieden, ten einde meer en détail te kunnen nagaan, wat ik hier slechts vlugtig heb opgegeven.

Uit al het bovenstaande blijkt ten vollen, met welke groote zorg in de laatste jaren hier te lande de waarnemingen omtrent het vermogen der hoofdrivieren geschieden; en dit, gepaard met het groote aantal zelfregistreerende peilschalen langs die wateren geplaatst, geeft de overtuiging, dat men later in staat zal zijn met juistheid de vragen te beantwoorden, die door de commissie te Petersburg zijn gesteld en hierboven werden vermeld.

Op den weg eenmaal door den Hoofdingenieur ROSE ingeslagen, zal natuurlijk worden voortgegaan, ook van de Maas zul-

len dezelfde gegevens worden verzameld, en het is mijn wensch ook onze kleine rivieren op gelijke naauwkeurige wijze op te nemen.

Het komt mij als slotsom dezer beschouwingen voor, dat de Academie het gedrukte verslag der Commissie te Petersburg, dat toch zonder geleidende missive werd toegezonden, als voor kennisgeving kan ter zijde leggen, en dat dat verslag voor als-nog geen aanleiding geeft tot eenige bemoeijingen van de zijde der Academie, daar het doen van juiste opnemingen van wege onze regering, blijkens het bovenstaande, op uitnemende wijze geschiedt en wordt behartigd.

Het lid

J. R. T. ORTT.

OVER DEN INVLOED

DER

DRUKKING OP DE TEMPERATUUR DER GROOTSTE DICHTHEID VAN WATER.

DOOR

J. D. VAN DER WAALS.

§ 1. Voor zoover mij bekend is, is alleen voor het geval, dat water staat onder de drukking van een atmosfeer, de temperatuur bekend, waarbij het zijn grootste dichtheid heeft. De vraag kan gesteld worden, heeft ook water onder andere drukkingen een grootste dichtheid, en is de temperatuur, waarbij dit plaats grijpt dezelfde als bij de gewone drukking. En als een rechtstreeks onderzoek daaromtrent niet heeft plaats gehad, kan dan ook uit waarnemingen, met een ander doel geschied, het antwoord op bovengestelde vraag worden opgemaakt. Ik zal in het volgende trachten aan te toonen, dat dit antwoord kan gegeven worden uit de kennis van de coëfficiënten van samendrukking van water bij temperaturen in de nabijheid van het maximum van dichtheid gelegen; en tot de uitkomst geraken, dat de temperatuur der grootste dichtheid met toenemenden druk afneemt, en die afhankelijkheid in een formule uitdrukken, in de onderstelling, dat de coëfficiënten van samendrukking door de waarnemingen van GRASSI (*Ann. de Chimie et de physique*, Serie III, Tome 31) met genoegzame nauwkeurigheid bekend zijn.

§ 2. Vooraf wensch ik een denkbeeld te geven van de wijze, waarop ik het antwoord op bovengenoemde vraag heb gezocht.

Stellen wij bij de gewone drukking het maximum van dicht-

heid bij 4°, dan is bekend, dat bij temperaturen, die maar zeer weinig onder 4° liggen, het volume maar zeer weinig grooter is dan dat bij 4°. Is dan bij die lagere temperatuur bijv. bij 3°,5, de coëfficiënt van samendrukking grooter dan bij 4°, zooals uit de waarnemingen van GRASSI het geval blijkt te zijn, dan kan bij toenemende drukking het volumen van beiden gelijk gemaakt worden. Bij den druk, die dit bewerkt, heeft dan water van 4° en van 3°,5 gelijk volumen, en ligt dus de temperatuur der grootste dichtheid tusschen die twee temperaturen. Alleen evenwel in dat geval is men zeker van de juistheid van dit besluit, als het blijkt, dat de druk, die voor het gelijkmaken der twee volumens noodig is, valt binnen de grenzen der waarneming, waarbij die coëfficiënten van samendrukking zijn bepaald geworden. Is men daarvan à priori niet zeker, als de tweede temperatuur veel van 4° verschilt, men kan dat verschil zoo klein nemen, dat men vooraf die zekerheid wel heeft. Immers stellen wij dit verschil in temperatuur Δt, en zij het volumen onder den druk van een atmosfeer gelijk $f(t)$, dan wordt het volume bij de temp. $t - \Delta t$ voorgesteld door

$$f(t - \Delta t) = f(t) - f'(t)\,\Delta t + \frac{f''t}{12}\,\Delta t^2 \text{ enz.}$$

Is t de temperatuur van het maximum van dichtheid, dan is $f'(t) = 0$ en dus het volumen toegenomen met $\frac{f''(t)}{1.2}\,\Delta t^2$ enz.

Stellen wij nu de coëfficiënten van samendrukking onder den druk van een atmosfeer voor door $\varphi(t)$; dan zal, bij $t - \Delta t$, die coëfficiënt gelijk zijn aan

$$\varphi(t) - \varphi'(t)\,\Delta t + \text{ enz.}$$

Onder een druktoename van p atmosferen is dus het eerste volumen gelijk aan

$$f(t)\,\{1 - p.\,\varphi(t)\}$$

en het tweede

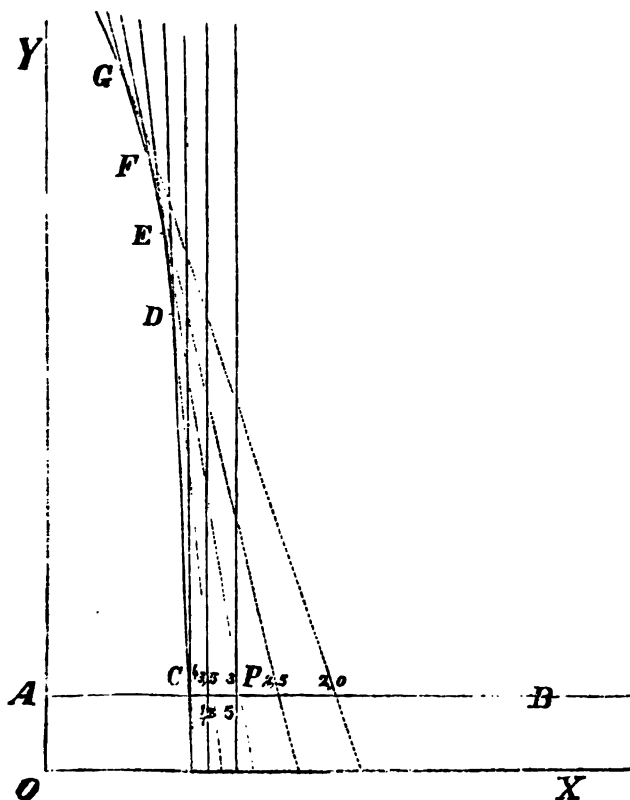
$$\left\{f(t) + f''(t)\,\frac{(\Delta t)^2}{1.2}\right\}\,\left\{1 - p\,[\varphi(t) - \varphi'(t)\,\Delta t]\right\}.$$

Zullen zij gelijk zijn, dan moet

$$p = -\frac{\Delta t}{1.2}\,\frac{f''(t)}{f(t)\,\varphi'(t)}.$$

Uit deze uitkomst blijkt, dat Δt zoo klein genomen kan worden, dat p zeker ligt binnen de grenzen der waarnemingen, waardoor de samendrukkings-coëfficiënten gevonden zijn. Daar $\varphi(t)$ in de nabijheid van 4° een afnemende functie is, zal $\varphi'(t)$ negatief zijn en dus p positief. Het is licht in te zien, dat alleen in het geval, dat de samendrukbaarheid ook bij 4° een maximumwaarde vertoonen zou, het hiervoor gevonden resultaat niet meer gelden zou.

§ 3. Een meetkunstige voorstelling kan tot nadere opheldering strekken en aantoonen, dat men, zelfs al kende men de



uitkomst van GRASSI niet, grond heeft te verwachten, dat de samendrukkingscoëfficiënten verschillend moesten zijn, als water onder gelijken druk, maar bij verschillende temperaturen een gelijk volumen inneemt.

Wij kennen namelijk door de waarnemingen omtrent het volumen, dat water onder de eenheid van druk bij verschillende temperaturen inneemt, telkens een punt van de isotherme voor zekere temperatuur. Die punten liggen in een lijn AB evenwijdig aan de as der abscissen. Het punt C, dat bij water van 4° behoort, ligt het dichtst bij den oorsprong. Al de andere punten P behooren bij tweederlei isotherme. Tenzij men nu mocht meenen, dat zulke twee isothermen over hun geheele beloop samenvallen, is men genoodzaakt aan te nemen, dat zij elkander in het gemeenschappelijk punt snijden; raken kan als *uitzonderingsgeval* voorkomen. En die meening, dat zij zouden samenvallen, zal wel onhoudbaar gevonden worden, als men bedenkt, dat ten minste bij groote volumina (dampvolumina) de isothermen voor zulke twee temperaturen geheel verschillende lijnen zijn.

Elk der beschouwde punten kan dus als dubbelpunt aangemerkt worden, waar twee lijnen doorgaan, over het algemeen van verschillende richtingen. En is de richting dier lijnen verschillend, dan natuurlijk ook de coëfficiënt van samendrukking. De tangens toch van de raaklijn is gelijk aan $\frac{1}{-v\beta}$, als v het volume en β die coëfficiënt is.

§ 4. Daar de isothermische lijnen betrekkingen zijn van den vorm

$$\varphi(p, v, t) = 0$$

kunnen wij ze als eenzelfde groep beschouwen, die alleen door verandering van een parameter t van elkander verschillen. Het gewone geval is dat isothermen elkander niet snijden. Maar bij water heeft het omgekeerde plaats. En dan is er sprake van een *enveloppe*.

Daar de enveloppe de grens is van de punten van het vlak, waar nog lijnen van de beschouwde groep doorgaan, zal het

punt, dat wij verkrijgen, als wij het kleinste volume onder den druk van een atmosfeer aangeven, een punt der *enveloppe* zijn. Bij gevolg zal de meetkunstige plaats van de punten, die de kleinste volumens onder verschillende drukkingen aangeven de *enveloppe* CDEFG zijn der isothermische lijnen. Daar wij de isothermen zelven niet kennen, kunnen wij daarvoor in de plaats stellen de raaklijnen, die, zooals boven gezien is, wel bekend zijn uit de waarnemingen van GRASSI, mits wij bedenken, dat wij van de uitkomst alleen zeker zijn binnen de grenzen, waarvoor volgens die waarnemingen de isotherme niet van de raaklijn onderscheiden kan worden. De proeven hebben namelijk geleerd, dat de coëfficiënt van samendrukking niet merkbaar van de drukking afhangt.

§ 5. De vergelijking van de raaklijn eischt de kennis van het volume bij t' en van de coëfficiënt van samendrukking. Gebruiken wij voor het volume de empirische formule van KOPP:

$$v_t = 1 - \frac{610,45}{10^7} t + \frac{77,183}{10^7} t^2 - \frac{0,3734}{10^7} t^3$$

en voor den coëfficiënt van samendrukking de empirische formule

$$\beta_t = \frac{503 + 13,185 t - 3,456 t^2}{10^7}.$$

Deze laatste formule heb ik berekend naar de uitkomsten van GRASSI

$$\beta_0 = \frac{503}{10^7}$$

$$\beta_{1,5} = \frac{515}{10^7}$$

$$\beta_{4,1} = \frac{499}{10^7}$$

Daar blijkbaar tusschen 0° en 5° een maximumwaarde voor

β ligt, zal deze formule, die een maximumwaarde levert voor $t = 1°,9$ met genoegzame benadering binnen genoemde temperatuursgrenzen de waarden kunnen weêrgeven. Volgens deze formule is, met weglating van 10^7,

$$\beta_0 = 503$$
$$\beta_1 = 512,7$$
$$\beta_2 = 515,5$$
$$\beta_3 = 511,5$$
$$\beta_4 = 500,5.$$

Daar v_t steeds weinig van de eenheid verschilt, zullen wij voor $v_t\,\beta_t$ slechts β_t schrijven. Dan is de vergelijking van een raaklijn:

$$-(p-1)\left\{\frac{503 + 13,185\,t - 3,456\,t^2}{10^7}\right\} =$$
$$= v - 1 + \frac{610,45\,t - 77,183\,t^2 + 0,3734\,t^3}{10^7} \quad \ldots \text{(I)}.$$

§ 6. Volgens de theorie der *enveloppen* moet bovenstaande vergelijking naar t worden gedifferentieerd. Dit geeft een nieuwe vergelijking, en na t uit beide vergelijkingen geëlimineerd te hebben, bekomt men de meetkunstige plaats der minimumvolumens. Houden wij ons echter bij de vergelijking, die door de differentiatie verkregen wordt, dan heeft men, daar v daarin niet meer voorkomt een betrekking tusschen p en t, die ons doet vinden den druk, waarvoor t de temperatuur der grootste dichtheid is.

Deze vergelijking heeft den volgende vorm:

$$-(p-1)\left\{13,185 - 6,912\,t\right\} = 610,45 - 154,366\,t + 1,12\,t^2$$

of

$$p - 1 = -\frac{\frac{d\,v_t}{d\,t}}{\frac{d\,\beta_t}{d\,t}} \quad \ldots\ldots\ldots \text{(II)}.$$

Zij levert natuurlijk $p = 1$ voor $\frac{d v_t}{d t} = 0$ en zou $p = \infty$ geven voor $\frac{d \beta_t}{d t} = 0$, maar dan zouden wij een besluit trekken, waartoe wij volgens vroegere opmerkingen, niet gerechtigd zijn. Bovenstaande formule levert de volgende reeks van waarden:

Drukking in Atmosferen.	Temperatuur der grootste dichtheid.
0	4,18
1	4,08
1,75	4
2,85	3,9
4,06	3,8
5,5	3,7
6,9	3,6
8,6	3,5
10,5	3,4

Het behoeft nauwelijks opgemerkt te worden, dat deze tabel slechts beoogt een denkbeeld te geven, omtrent de wijze, waarop de *verandering* van de temperatuur der grootste dichtheid van de drukking afhangt.

Ik heb deze tabel ook niet boven drukkingen gelijk 10 atmosferen berekend, daar GRASSI ook hoogstens dezen druk heeft aangewend. De nauwkeurigheid dezer getallen is echter geheel afhankelijk van de door GRASSI gevonden coëfficiënten; zij kunnen dus slechts als een benadering beschouwd worden.

§ 7. Tot de vergelijking (II) hadden wij zonder gebruik te maken van de theorie der *enveloppen*, ook aldus kunnen besluiten.

Zet men in (I) voor t in de plaats $t + \Delta t$, dan verkrijgt men een nieuwe vergelijking, die in verbinding met (I), door eliminatie van v in staat stelt den druk te berekenen, waaronder het volume gelijk is bij de temperaturen t en $t + \Delta t$. Zoodat men, ten minste als Δt klein is, den druk kent, waarbij de temperatuur der grootste dichtheid gelijk is aan $t + \frac{1}{2} \Delta t$. Stelt men dan $\Delta t = 0$, dan verkrijgt men de vergelijking (II).

§ 8. Stellen wij door $\left(\frac{dv}{dp}\right)_Q$ voor de limietwaarde van de verhouding van de aangroeiing van volume en druk in het geval, dat er van buiten geen warmte toegevoegd of afgenomen wordt, dan wordt uit

$$\left(\frac{dv}{dp}\right)_Q = -v\beta_1$$

de richting gevonden der adiabatische lijn in zeker punt. Volgens de wetten der mechanische warmte-theorie wordt gemakkelijk gevonden, dat β_1 gegeven is door de volgende vergelijking:

$$v\beta_1 = v\beta - \frac{AT}{c_p}\left(\frac{dv}{dt}\right)_p^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ (a).$$

In deze vergelijking stelt T de absolute temperatuur, c_p de spec. warmte voor als de druk, die op het oogenblik heerscht, standvastig gehouden wordt; $A = \frac{1}{424}$ en $\left(\frac{dv}{dt}\right)_p$ hebben de bekende beteekenis. Daar voor een zelfde punt van het vlak β tweederlei waarde heeft, naar gelang de temperatuur boven of beneden die der grootste dichtheid is, volgt uit vergelijking (a) dat door elk punt ook twee adiabatische lijnen gaan. Zelfs al onderstelde men de twee waarden van β gelijk bijv. voor 3 en 5 graden, dan zouden de twee waarden voor β_1 verschillend zijn, daar de proeven voor $\left(\frac{dv}{dt}\right)_p$ niet zulke waarden leveren, dat voor twee temperaturen, waarbij v gelijk is, ook $\frac{T}{c_p}\left(\frac{dv}{dt}\right)_p^2$ gelijk is. Beweegt men zich nu in het vlak volgens de lijn, die den druk van 1 atmosfeer voorstelt, naar het minimumvolumen, dat wordt de hoek, die de twee adiabatische lijnen insluiten, steeds kleiner, om bij het minimumvolumen, waarbij $\left(\frac{dv}{dt}\right)_p = 0$ is en dus $\beta_1 = \beta$, gelijk nul te worden. Ook hier ziet men weer een kenmerk voor een groep lijnen

die een *enveloppe* hebben. En natuurlijk zal deze enveloppe met die der isothermen moeten samenvallen. Men ziet uit het hier opgemerkte, dat het denkbeeld, dat twee isothermen over hun geheel beloop zouden samenvallen onhoudbaar is. In dat geval n.l. zouden wel de twee waarden van β gelijk zijn; maar dan zouden, tenzij men behalve aan de uitkomst van GRASSI, ook nog zou twijfelen aan de uitkomst omtrent het volume bij verschillende temperaturen, de twee waarden van β_1 toch ongelijk zijn, en men zou daaruit toch weder tot het bestaan der enveloppe moeten besluiten, die men door de isothermen te doen samenvallen had willen vermijden. De eenig mogelijke meening, die men dan nog zou kunnen hebben, dat de isotherme van 4° de enveloppe der abiabatische lijnen is, zou de ongerijmdheid bevatten, dat door toenemenden druk langs adiabatischen weg, het water steeds tot 4° gebracht werd.

Daar $\beta_1 < \beta$, zal in elk punt de adiabatische lijn steiler stijgen dan de isotherme voor dit punt; terwijl wij dus de enveloppe gevonden hebben door rechte lijnen, zullen de adiabatische lijnen, die zich eerst minder snel naar de enveloppe bewegen, er zich later sneller naar toe moeten buigen. Deze zullen dus, als de isothermen bij rechte lijnen vergeleken mogen worden, als krom moeten beschouwd worden.

§ 9. Daar in elk punt van het vlak twee temperaturen mogelijk zijn, is de toestand der stof niet ondubbelzinnig bepaald. Men kan dien toestand volkomen bepaald maken door het vlak als twee samengevallen vlakken te beschouwen, even als men bij een ontwikkelbaar regelvlak de twee bladen door afwikkeling tot een plat vlak kan doen samenvallen, in welk geval de keerlijn de enveloppe wordt van al de groepen van krommen, die op het regelvlak de keerlijn in opvolgende punten aanraakten. Men kan dan een boven en een beneden blad onderscheiden. Elk der isothermen en adiabaten, die de enveloppe raakt, behoort dan voor een gedeelte tot het bovenblad, en voor het andere gedeelte tot het benedenblad. De overgang heeft plaats langs de keerlijn. Daar dan bij gelijk volumen en gelijken druk de beide punten op verschillende bladen vallen, kan men van den eenen toestand niet in den anderen komen, zonder over werkelijk tusschen gelegen toestanden te gaan.

Denkt men de isotherme van 5°, die eerst bij negatieven druk, en dus in niet te verwezenlijke omstandigheden, de enveloppe zou raken, op het bovenblad, dan loopt die van 4° bij elken druk grooter dan 1 atmosfeer eveneens op het bovenblad, maar die van 3°,5 beneden drukkingen gelijk aan 10 atmosferen op het benedenblad. Voor de punten van het bovenblad is dan de uitzetting positief, voor die van het benedenblad negatief. Drukt men dus water van bijv. 3°,5 samen, langs isothermischen weg, dan begint men op het benedenblad, waar de uitzetting negatief is; later bij D komt men op het bovenblad, waar de uitzetting positief is. Eenzelfde opmerking geldt voor aan de keerlijn rakende adiabaten. Beginnende op het benedenblad, komt men, ze volgende, later op het bovenblad.

§ 10. Voor de samendrukking langs adiabatischen weg, geldt de betrekking:

$$\left(\frac{dv}{dt}\right)_Q = \frac{c_p}{AT\left(\frac{dv}{dt}\right)_p}.$$

Begint de samendrukking bij den druk van 1 atmosfeer bij temperaturen boven 4°, dan is $\left(\frac{dv}{dt}\right)_p > 0$ en gaat dus de adiabate door isothermen van steeds hoogere temperatuur; zij heeft met de keerlijn geen punt gemeen.

Begint men juist bij de temperatuur der grootste dichtheid, dan heeft de adiabate in het begin een element met de keerlijn en de isotherme gemeen, maar bij hoogeren druk is, daar de temperatuur der grootste dichtheid is afgenomen, $\left(\frac{dv}{dt}\right)_p > 0$ en gaat dus ook de adiabate naar hoogere isothermen over.

Bij de onderstelling, dat de keerlijn niet bestaat en dat dus de temperatuur der grootste dichtheid standvastig is, zou elke samendrukking, hoe groot ook, van water van 4°, zonder temperatuursverandering, moeten plaats grijpen.

Begint men de samendrukking bij temperaturen beneden 4°, dan kunnen twee gevallen plaats hebben, en wel naar gelang

door het punt, waar men begint een adiabate kan getrokken worden, die de keerlijn naar de zijde der positieve of naar de zijde der negatieve drukkingen raakt. Waar de overgang van het eene naar het andere geval plaats heeft, kunnen wij, daar wij slechts een klein gedeelte der keerlijn bij benadering kennen, niet aangeven. Maar begint men bij temperaturen zeer weinig onder 4°, dan kan men het eerste geval verwachten. Begint men bijv. onder atmosferischen druk water van 3°,5 langs adiabatischen weg samen te drukken, dan neemt eerst de temperatuur af omdat $\left(\frac{dv}{dt}\right)_p < 0$ is. De adiabate wijkt dan, meer dan de isotherme, die door hetzelfde punt ging, van de keerlijn af. Maar bij voortgezetten druk wordt het raakpunt bereikt, dat evenwel hooger zal liggen, dan het raakpunt der genoemde isotherme. De adiabate is dus langer op het benedenblad gebleven, en alvorens de keerlijn bereikt te hebben onder deze isotherme, die reeds naar het bovenblad was overgegaan, doorgegaan. In het raakpunt met de keerlijn, heeft zij weder een element gemeen met een isotherme van lagere temperatuur. Vandaar af gaat zij op het bovenblad over, wordt $\left(\frac{dv}{dt}\right) > 0$ en neemt dus de temperatuur weder toe.

Daar wij hiervoor zagen, dat het mogelijk is, dat er voor de verlaging van de temperatuur der grootste dichtheid bij toenemenden druk een grens bestaat, die als wij de formule (II) van § 6 nog vertrouwen mochten bij oneindigen druk, gelijk zouden vinden aan 1,9 de temperatuur, waarop bij atmosferischen druk water het meest samendrukbaar is, zouden wij het tweede geval hebben, als wij de adiabate lieten beginnen bij atmosferischen druk beneden die temperatuur. In dat geval n.l. is $\left(\frac{dv}{dt}\right)_p$ steeds negatief en neemt dus de temperatuur bij samendrukking voortdurend af Bij temperaturen iets boven 1°,9 kan echter ditzelfde plaats hebben. De bijzonderheid, die het eerste geval vertoont, kan dus, altijd in de onderstelling, dat 1°,9 de limietwaarde van de temperatuur der grootste dichtheid is, slechts in de onmiddelijke nabijheid van 4° met zekerheid gewacht worden.

§ 11. De vergelijking (I) van § 5, aldus geschreven:

$$v = \left\{1 - (p-1)\frac{503}{10^7}\right\} - \frac{610,45 + (p-1)\,13,185}{10^7}\,t + $$
$$+ \frac{77,183 + (p-1)\,3,456}{10^7}\,t^2 - \frac{0,3734}{10^7}\,t^3$$

geeft bij standvastige waarde van p het volume onder dien druk als functie van t. Men vindt dan

$$\left(\frac{dv}{dt}\right)_p = -\frac{610,45+(p-1)13,185}{10^7} + \frac{154,366+(p-1)6,912}{10^7}\,t - 1,12\,t^2.$$

Voor het schijnbaar minimum-volumen in glas, moet $\left(\frac{dv}{dt}\right)_p = g$ zijn, als g de uitzettingscoëfficiënt van glas onder den druk p is, die echter bij niet al te grooten druk gelijk aan dien onder de atmosferische drukking kan gesteld worden, daar volgens het resultaat van GRASSI de coëfficiënt van samendrukking van glas weinig met de temperatuur verandert.

Stelt men $g = \frac{258}{10^7}$, dan vinden wij dat minimum-volumen onder de gewone drukking bij ongeveer 5°,8, maar onder een drukking gelijk 7 atmosferen bij ongeveer 5°.

Dit resultaat scheen mij, onder afwachting van meer rechtstreeksche methoden, het gemakkelijkst voorloopig te onderzoeken. Daarvoor heb ik den piezometer van OERSTED gebezigd, en bij de gewone drukking en bij 7 atmosferen de temperatuur gezocht, waarbij het water in het glazen reservoir, dat gewoonlijk in den piezometer gebezigd wordt, een schijnbaar minimum-volumen vertoont.

Om de temperatuur gedurende elke proef zoo na mogelijk standvastig te houden, stond de piezometer zelf weder in een vat, waarin het water op dezelfde temperatuur gebracht was, als in den piezometer noodig was. Een thermometer onder en boven in den piezometer diende om door hun standvastigen gelijken stand aan te wijzen of overal dezelfde temperatuur heerschte. Stond het water in het glazen reservoir dan standvastig, dan

werd de stand onder de gewone drukking genoteerd, en na samendrukking, dén stand onder de aangewende drukking. Moeite kostte het om den druk bij elke nieuwe temperatuur steeds gelijk te maken. En daar een kleine fout in die drukking een grooten invloed heeft, geef ik de volgende uitkomst ook slechts als een voorloopige.

t.	index van het reservoir bij de gewone drukking.	bij 7 atm.
0,1	102,9	91
2,8	96	83,5
4,1	94	82
5,1	93,2	81,9
5,4	93,1	82
6,1	93,1	82

*)

Een tweede reeks waarnemingen stemde bijna geheel met deze cijfers overeen. En schoon zij niet toelaten scherp aan te geven bij welke *t* het schijnbaar minimum-volumen ligt, kunnen zij toch als een voorloopige bevestiging beschouwd worden, dat de temp. van het minimum-volumen van water onder hoogeren druk lager is dan bij de gewone drukking.

'*s Hage*, Dec. 1876.

*) Daar in de formule (I) de waarde voor β gebruikt wordt, die uit waarnemingen van 0° tot 4° afgeleid is, kan zij niet ver buiten deze grenzen worden toegepast. In overeenstemming met de uitkomst van GRASSI is de grootere samendrukbaarheid bij 2°,8 dan bij 0° en 4°.

NOTICE

SUR L'IDENTITÉ DES GENRES

GNATHANACANTHUS Blkr et HOLOXENUS Günth.

PAR

P. BLEEKER.



Je publiai, il y a déjà plus de vingt ans, un type générique, sous le nom de Gnathanacanthus *) que je rapportai alors à la famille des Scorpénoïdes en indiquant sa place naturelle à côté du genre Agriopus. J'en décrivis l'espèce type sur un individu desséché, provenant de Hobarttown, individu bien conservé du reste et qui permit d'en publier en même temps une figure, qu'une confrontation nouvelle avec le modèle me fait reconnaître maintenant encore comme exacte.

Je ne retrouve pas l'espèce, le Gnathanacanthus Goetzeei, dans le Catalogue of Fishes et je n'y trouve pas non plus fait mention du genre.

Tout récemment l'auteur du „Catalogue of Fishes" vient de publier †) la description d'un genre, sous le nom de Holoxenus, qui est sans aucun doute identique avec le genre Gnathanacanthus, mais il semble que l'espèce, le Holoxenus cutaneus, se distingue du Gnathanacanthus Goetzeei par une dorsale à deux épines et à un rayon de moins, ainsi que par l'anale dont

*) Verh. Kon. Akad. Wet. 1855. Over eenige visschen van Van Diemensland, p. 20 fig. 1.

†) Remarks on Fishes with descriptions of new species in the British Museum chiefly from southern Seas, Ann. Magaz. Nat. Hist. May 1876 p. 393.

la formule est rendue par M. Günther = A. 9 tandis que je la trouve dans le Gnathanacanthus Goetzeei = A. 3/9. Les deux individus observés par M. Günther proviennent de la Terre-de-Diemen (Tasmania) tout comme celui que je décrivis en l'an 1854.

M. Günther croit devoir assigner au genre actuel une place à la fin de la famille des Cirrhitéoïdes, reconnaissant en même temps qu'il forme un passage aux Scorpénoïdes.

Son affinité avec les Cirrhitéoïdes cependant me paraît plus que douteuse. Il n'en présente aucun des caractères essentiels, ni les écailles imbriquées et cycloïdes, ni la position abdominale des ventrales, ni les rayons divisés des nageoires verticales et ventrales, ni même les digitations des pectorales, dont tous les rayons, tout comme ceux des autres nageoires, sont tout simplement indivisés sans être tumefiés ou épaissis ou prolongés au-delà de la membrane. La peau, couverte de granules osseuses sur toute la tête et de petites épines coniques sur toutes les nageoires, ainsi que la non-continuation de la ligne latérale sur la moitié postérieure du tronc, et l'extension de l'orifice branchial jusque sous les mâchoires, me semblent indiquer assez positivement la distance qui sépare le Gnathanacanthus des Cirrhitéoïdes. J'y ajoute encore la physionomie du poisson, qui est si différente de celle des Cirrhitéoïdes, que M. Günther lui-même en dit : „at the first glance the observer is inclined to refer it to the Scorpaenidae or Pediculati."

Aussi, l'illustre auteur aurait rapporté sans doute son Holoxenus aux Scorpénoïdes s'il y avait observé un „bony stay for the praeoperculum." Et en effet, le caractère d'une chaîne sousorbitaire unie ou articulée avec le préopercule a été trouvé constamment jusqu'ici dans tous les Scorpénoïdes, et je dois avouer, que, tout en plaçant le genre Gnathanacanthus dans cette famille, tant en 1854 qu'aussi dans mes derniers travaux sur les Scorpénoïdes, j'avais négligé d'examiner les os sousorbitaires sur le type du genre actuel. — Je viens de réparer cette omission et je trouve sur mon individu du Gnathanacanthus Goetzeei, qu'il repond encore par le dernier caractère aux vrais Scorpénoïdes. La chaîne sousorbitaire y est en effet complète et s'articule avec le préopercule, mais les os sont rudimentaires en ce

sens, qu'ils forment des plaques très-minces, dont le postérieur, de forme oblongue et de presque la longueur de l'orbite, se rétrécit en arrière pour s'y articuler avec le préopercule vers le milieu de la hauteur de son bord postérieur.

Je dois donc révendiquer pour le genre la place que je lui ai assignée primitivement. — Quant aux espèces, elles se distingueraient par les caractères suivants.

I. Dorsale à formule = 12/11 ou 7/5/11. A. 3/9. Pectorales et ventrales n'atteignant pas l'anale.

1. *Gnathanacanthus Goetzeei* Blkr.

II. Dorsale à formule = 10/10 ou 7/3/10. A. 9. Pectorales et ventrales atteignant l'anale.

2. *Gnathanacanthus cutaneus* = Holoxenus cutaneus Günth.

La Haye, Mai 1876.

DESCRIPTION

DE DEUX ESPÈCES INÉDITES DU GENRE

PROCHILUS Klein (AMPHIPRION BlSchn.).

PAR

P. BLEEKER.

Prochilus polylepis Blkr. Atl. Ichth. Tab. 401 fig. 6.

Proch. corpore oblongo compresso, altitudine $2\frac{3}{7}$ ad $2\frac{2}{5}$ in ejus longitudine, latitudine $2\frac{1}{2}$ ad $2\frac{2}{3}$ in ejus altitudine; capite 4 ad $4\frac{1}{3}$ in longitudine corporis, conspicue altiore quam longo; linea rostro-frontali convexiuscula; oculis diametro $3\frac{1}{2}$ ad 4 in longitudine capitis, plus diametro 1 distantibus; vertice et fronte usque inter oculos squamatis; rostro alepidoto; maxilla superiore sub oculi margine anteriore desinente 3 ad 3 et paulo in longitudine capitis; praeoperculo conspicue denticulato; squamis angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis supra lineam lateralem in series 63 circ., infra lineam lateralem in series 55 circ. transversas dispositis; squamis serie transversa 28 ad 30 spinam ventralem inter et spinam dorsi anteriorem, 10 vel 11 initium lineae lateralis inter et spinam dorsi primam, 5 vel $4\frac{1}{2}$ apicem curvaturae lineae lateralis inter et vaginam pinnae dorsalis squamosam; pinna dorsali partem spinosam inter et radiosam non vel vix emarginata, parte spinosa parte radiosa vix longiore spinis mediis sequentibus vix longioribus; pectoralibus obtuse rotundatis capite non ad vix brevioribus; ventralibus obtuse rotundatis capite paulo brevioribus; anali radiosa dorsali radiosa vix breviore et vix humiliore; caudali capite breviore postice medio vix emarginata angulis obtusis; colore capite et trunco antice fuscescente- vel roseo-aurantiaco, trunco medio et postice caudaque fusco vel nigricante;

iride fusca margine pupillari aurea; fascia nucho-interoperculari margaritacea antice et postice fusco vel nigro marginata, oculi diametro non latiore sed vulgo graciliore, nucha cum fascia lateris oppositi unita, inferne interoperculo desinente; trunco fascia nulla; pinnis dorsali, pectoralibus et caudali aurantiacis vel roseo-aurantiacis basi profundioribus; ventralibus et anali fuscis, ventralibus dimidio posteriore interdum aurantiacis vel roseo-aurantiacis.

B. 5. D. 10/17 vel 10/18. P. 2/16 vel 2/17. V. 1/5. A. 2/14 vel 2/15. C. 1/14/1 vel 1/15/1 et lat brev.

Hab. Amboina; Nova Guinea (ora septentr.); in mari.

Longitudo 3 speciminum 115‴ ad 130‴.

Rem. Le Prochilus polylepis est nettement distinct par les petites écailles, les rangées transversales y étant notablement plus nombreuses que dans aucune des autres espèces connues. Il est du groupe des Prochilus ephippium, melanopus et macrostoma, espèces qui ont en commun un tronc brunâtre ou noirâtre sans bandes, et les écailles frontales descendant jusqu'entre les yeux, mais il se fait reconnaître, outre l'écaillure, par le peu de largeur de la bande nucho-interoperculaire, par la couleur brune ou noire occupant la partie libre de la queue et s'étendant jusque fort en avant sur la partie antérieure du tronc, par son profil convexe, etc.

Prochilus macrostoma Blkr. Atl. Ichth. Tab. 401 fig. 5.

Proch. corpore oblongo compresso, altitudine $2\frac{3}{5}$ circ. in ejus longitudine, latitudine $2\frac{1}{3}$ circ. in ejus altitudine; capite 4 circ. in longitudine corporis, conspicue altiore quam longo; linea rostro-occipitali valde obliqua recta; oculis diametro 4 fere in longitudine capitis, plus diametro 1 distantibus; vertice et fronte usque inter oculos squamatis; rostro alepidoto; maxilla superiore sub oculi parte anteriore desinente, $2\frac{1}{2}$ circ. in longitudine capitis; praeoperculo conspicue denticulato; squamis angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis supra et infra lineam lateralem in series 50 circ. transversas dispositis; squamis serie transversa 27 vel 28 spinam ventralem inter

et spinam dorsi anteriorem, 9 circ. initium lineae lateralis inter et spinam dorsi primam, 4 vel 3½ apicem curvaturae lineae lateralis inter et vaginam pinnae dorsalis squamosam; pinna dorsali partem spinosam inter et radiosam vix emarginata, parte spinosa parte radiosa paulo longiore spinis mediis sequentibus non vel vix longioribus; pectoralibus obtuse rotundatis capite non vel vix brevioribus; ventralibus obtuse rotundatis capite absque rostro non brevioribus; anali radiosa dorsali radiosa non breviore et paulo tantum humiliore; caudali capite paulo breviore, medio postice vix emarginata, angulis obtuse rotundata; colore capite et trunco antice caudaque postice umbrino- vel roseo-aurantiaco, trunco medio et postice caudaque antice profunde fusco; iride fusca margine pupillari aurea; fascia nucho-interoperculari margaritacea utrinque fusco vel nigricante marginata oculi diametro latiore, nucha cum fascia lateris oppositi unita vel subunita, inferne interoperculi marginem inferiorem attingente; trunco fascia nulla; pinnis dorsali, pectoralibus et caudali roseo- vel flavescente-aurantiacis, ventralibus et anali fuscis vel nigricantibus.

B. 5. D. 10/17 vel 10/18. P. 2/16. V. 1/5. A. 2/14 vel 2/15. C. 1/13/1 et lat. brev.

Hab. Amboina; in mari.

Longitudo speciminis unici 124‴.

Rem. Cette espèce est bien distincte par la combinaison des caractères de l'écaillure, du profil fort oblique et droit, de la longueur de la mâchoire supérieure, de la largeur de la bande nacrée nucho-interoperculaire et de la couleur brune ou noire des ventrales et de l'anale.

L'Amphiprion frenatus Brev. des îles Loo-Choo mérite d'être comparé au macrostoma. A en juger d'après la figure, qui cependant est manifestement incorrecte, le frenatus paraît distinct, ayant le corps notablement moins trapu, la bouche plus petite, la bande nucho-interoperculaire moins large, les ventrales et l'anale roses, etc. M. Gill, qui paraît avoir examiné les individus types du frenatus, n'y trouva que neuf épines dorsales.

La Haye, Juin 1876.

OVER DE OORZAKEN

DER

ABNORMALE VORMEN VAN IN HET DONKER GROEIENDE PLANTEN.

DOOR

N. W. P. RAUWENHOFF.

Reeds lang is het algemeen bekend, dat planten, welke in het duister geplaatst zijn, of zelfs die onvolkomen verlicht worden, niet alleen verbleeken maar tevens merkwaardige veranderingen vertoonen. De oudere handboeken over plantenphysiologie z. a. die V. DECANDOLLE, MEIJEN, TREVIRANUS, geven aan, dat onder die omstandigheden in het algemeen de stengels langer worden en de bladen kleiner blijven dan gewoonlijk. En wie heeft dit verschijnsel niet meermalen met eigen oogen gezien bij de uitloopers, welke de in kelders bewaarde aardappelen in het voorjaar vertoonen?

Bij nader onderzoek blijkt intusschen, dat niet alle planten zich op de bovengenoemde wijze gedragen, wanneer zij in het duister verkeeren. Er zijn er, welker stengels zich niet of weinig buitengewoon verlengen; er zijn andere, wier bladen in het duister weinig in grootte achterblijven bij de gewone in het licht gevormde; ja, sommige bladen worden dan zelfs bovenmatig verlengd. Er zijn bloemen en vruchten, die geheel normaal met even levendige kleuren pronken in het duister als in het licht; andere, welker kelk of bloemdek buitengewoon in de lengte groeit of wel als een gewoon blad klein blijft; in één woord, in het duister schijnt de plantengroei aan geen regelmaat meer gebonden.

De aan den invloed van het licht onttrokken planten vertoonen zulke afwijkende verschijnselen, dat men zou meenen, dat zij niet meer aan de algemeene wetten van den groei onderworpen waren, maar geheel willekeurig, ieder op eigen wijze, de relatieve en absolute grootte harer organen bepaalden.

Deze afwijkende verschijnselen hier uitvoerig te beschrijven, ligt niet in mijn doel. Zij zijn wel bekend, en ik acht het voldoende, den lezer te verwijzen naar het opstel van J. SACHS, getiteld: *Ueber den Einfluss des Tageslichts auf Neubildung und Entfaltung verschiedener Pflanzenorgane*, in Beilage zur *Bot. Zeit.* 1863. De voornaamste hiertoe behoorende feiten zijn daarin onder de hoofdstukken: Entfaltung der etiolirten Laubblätter (Separ. Abdr. pag. 11), Streckung der etiolirten Internodien (pag. 14), Torsion (pag. 16), Entfaltung der Blüthen (pag. 17) beschreven. Onderscheiden dier uitkomsten heb ook ik door eigen ervaring bevestigd gezien.

Daarentegen moet het een en ander gezegd worden over de pogingen tot verklaring der genoemde verschijnselen.

Reeds HALES heeft het vermoeden uitgesproken, dat de in het donker groeiende boonen daarom zoo buitengewoon lang worden, omdat zij langer week en sappig blijven. DECANDOLLE brengt het verschijnsel in verband met de assimilatie. „Daar de plantendeelen, welke meer koolstof vast leggen," zegt hij (*Physiol. végét.*, III, p. 1076), „ook harder en steviger wor„den, wordt aan hare verlenging eerder een grens gesteld." Ook SACHS neigt in zijn bovengenoemd opstel tot dezelfde meening. Hij maakt de juiste opmerking, dat voornamelijk chlorophyllhoudende organen de genoemde vormsveranderingen in het duister vertoonen; en hij gelooft, dat de onderstelling niet verre is, dat het licht deze uitwerking door het chlorophyll zelf zou te weeg brengen, doch op welke wijze dit geschieden zou, kan hij niet zeggen. Want hoewel de functie van chlorophyll, de vorming van zetmeel, bekend was en men wist dat deze verrichting aan de aanwezigheid van eene zekere hoeveelheid licht gebonden is, zoodat het voor de hand lag, om het geheele verschijnsel te beschouwen als een gevolg van storing in den groei (ten gevolge van het ontbreken van de bovengenoemde vorming

van zetmeel en dus van materiaal voor den opbouw der celwanden), zoo kan dit toch alleen van toepassing zijn op de geetioleerde organen die klein blijven. De bovenmatige verlenging van den stengel kan hieruit niet verklaard worden, en evenmin geldt deze voorstelling voor die gevallen, waarin bij gekiemde planten de zaadlobben zelve verbleeken en geheel te gronde gaan, niettegenstaande zij opgevuld zijn met zetmeel en andere voedingsstoffen.

Een opzettelijk onderzoek naar de oorzaken dezer verschijnselen heeft eerst KRAUS in 1869 ingesteld en daarvan verslag gegeven in een uitgewerkt opstel in PRINGSHEIM's *Jahrbücher für wiss. Botanik*, Bd. VII, p. 209—260.

KRAUS komt tot het resultaat, dat het etiolement wel degelijk, gelijk SACHS vermoed had, een gevolg is van eene storing in den groei der organen, teweeggebracht door gebrek aan materiaal of aan kracht om de celwanden te vergrooten; eene storing echter, welke tot nu toe niet opgemerkt kon worden, omdat men eensdeels de noodzakelijkheid van de voeding der bladen door locale assimilatieproducten, en anderendeels de eigenaardige groeiwijze van in sterke spanning verkeerende stengelorganen niet kende.

Het blad namelijk, beweert KRAUS, ontvangt uit den stam slechts zooveel bouwmateriaal, als noodig is om aan het licht te komen, daarna moet het voor zijn eigen voeding zorgen; in de tanden en nabij de nerven. en weldra ook op andere punten, vormt zich door assimilatie zetmeel in het chlorophyll, waardoor de verdere groei van het blad mogelijk wordt. In het duister daarentegen blijven de bladen, uit gebrek aan materiaal, staan op den ontwikkelingstrap, waarop zij uit den knop te voorschijn komen.

Deze verklaring kan echter niet gelden voor de zaadlobben van onderscheiden planten, welke, hoezeer nog geheel met zetmeel of olie gevuld, in het duister ophouden te groeien. Hier schijnt de inwerking van licht noodzakelijk te zijn tot omzetting van het zetmeel in cellulose. Op welke wijze dit echter plaats heeft, of hier aan een onmiddellijken invloed van het licht, dan wel aan de medewerking van andere stoffen of van andere ook van het licht afhankelijke verrichtingen gedacht moet worden, is nog geheel onbekend.

Tegenover deze geringe ontwikkeling der bladachtige organen staat nu het vreemde verschijnsel der bovenmatige verlenging van den stengel in het duister. Ten einde den band te leeren kennen, die beide verschijnselen vereenigt, heeft men hier niet zoozeer op de grootte van den stengel, als op zijn inwendigen bouw te letten. Het blijkt dan dat de stengel, wat zijne anatomische ontwikkeling betreft, evenzoo als de bladen, op een lagen trap is blijven staan. Zoowel met betrekking tot aantal en ontwikkeling der fibrovasaalstrengen als tot aantal en verdikking der elementen van merg en schors, vertoont de uitgegroeide geetioleerde stengel het beeld van een jongen normalen stengel, die in zijne eerste ontwikkeling is gebleven.

Waaraan is nu echter de buitengewone lengte van den geetioleerden plantenstengel toe te schrijven?

Tot verklaring hiervan heeft KRAUS vooreerst onderzocht, of de verlenging een gevolg is van grooter lengte der samenstellende cellen dan wel van een grooter aantal dier cellen. Uit vele metingen (reeds vroeger door SACHS, maar zonder gunstig resultaat, beproefd) is KRAUS gebleken, dat wel de cellen van geëtioleerde internodia gemiddeld altijd veel grooter, bepaaldelijk veel langer zijn dan die van groene planten derzelfde soort, maar dat hieraan niet uitsluitend de verlenging mag toegeschreven worden. Zij is ten deele ook een gevolg van bovenmatige celvermeerdering, hoewel slechts voor een klein deel.

De abnormale verlenging der cellen nu (de buitengewone vermeerdering van haar aantal buiten rekening latende) zou, volgens KRAUS, op de volgende wijze plaats hebben:

In de jonge internodia van den stengel, die pas uit den knop te voorschijn komt, zijn de verschillende weefsels ongelijk van lengte, de peripherische (schors en hout) zijn kleiner, de binnenste (het merg) langer, en beide hebben in onderlingen samenhang alleen dezelfde lengte, omdat de langere weefsels de kortere uitrekken, totdat zij ongeveer dezelfde grootte hebben. Gedurende de verlenging der internodiën wordt dit verschil niet opgeheven, omdat het merg steeds sneller groeit dan de overige weefsels en hierdoor in de eerste periode het actief zich verlengende gedeelte van het groeiende internodium wordt.

Allengs echter beginnen de elementen van den hout- en bastring de wanden te verdikken, worden steviger en bieden meer weerstand aan het merg, dat ze tracht uit te rekken. Dit laatste nu wordt hierdoor in zijn lengtegroei tegengehouden en door de verminderde elasticiteit der verhoute weefsels als het ware blijvend samengeperst, zoodat ten laatste de groei van hout en bast, en niet die van het merg, de mate van verlenging van het internodium bepaalt.

Nu blijven de geetioleerde stengels hun leven lang in de genoemde eerste periode van groei, de elementen van den fibrovaraalstreng verdikken hunne wanden niet of niet noemenswaard, en behouden dus ook op later leeftijd eene groote mate van elasticiteit. Het merg daarentegen, dat, in tegenstelling met de overige weefsels, in het duister voortdurend blijft groeien, zoo het slechts vocht genoeg ontvangt, verlengt zich aanhoudend en rekt de overige deelen uit, welke hierdoor voortdurend passief verlengd worden. Op deze wijze ontstaat, volgens KRAUS, de bovenmatige verlenging van den stengel in het duister, omdat nu het merg de definitieve grootte van het internodium bepaalt, en dit merg niet alleen zoo lang wordt als het geisoleerd zijnde kan worden, maar door rijker opneming van water zelfs nog grooter lengte bereikt,

Deze voorstelling van KRAUS is, wat den stengel betreft, door latere onderzoekers noch bestreden, noch bevestigd, zoover mij bekend is. Alleenlijk heeft LUDWIG KOCH, *) ten einde de oorzaken van het gaan liggen van het graan te leeren kennen, de veranderingen van groeiende roggestengels bij gedeeltelijke onttrekking van licht nagegaan, en zich aansluitende aan de onderzoekingen van KRAUS, daarmede overeenkomstige uitkomsten verkregen †).

---

*) Abnorme Aenderungen wachsender Pflanzenorgane durch Beschattung. Mit 4 litt. Taf. Berlin. Verslag van WIEGANDT en HEMPEL.

†) Hij geeft zeer duidelijke afbeeldingen van het verschil in dikte der celwanden, bij liggend an krachtig opstaand graan, en bewijst, dat het in den landbouw zoo gevreesde gaan liggen van het koren niet een gevolg is, zoo als men tot dusverre meende, van gebrek aan kiezelzuur in de halmen, maar van te weinig licht onder aan den halm, veroorzaakt door te dichten stand, zoodat voornamelijk het onderste deel van het tweede internodium buigt of doorbreekt, dewijl het te zwak is, om den bovenlast te dragen.

Wat de bladen daarentegen betreft, zoo heeft BATALIN (*Bot. Zeit.* XXIX N°. 40, 6 Oct. 1871) de bovengenoemde voorstelling bestreden.

Vooreerst reeds acht hij het niet ten gunste der theorie van KRAUS (volgens welke geetioleerde bladen niet kunnen groeien, omdat zij niet in staat zijn op de plaats zelve voedsel te assimileeren, in verband waarmede KRAUS dan ook nimmer zetmeel aantrof in geetioleerde bladen), dat zoovele cotyledonen in het duister in het minst niet groeien, en te gronde gaan, niettegenstaande zij, om zoo te zeggen, tot berstens gevuld zijn met zetmeel. KRAUS heeft dit bezwaar zelf gevoeld en daarom ondersteld, dat in die gevallen zetmeel niet in cellulose omgezet kan worden zonder invloed van het licht. Doch zoo men dit aanneemt, is het bezwaar slechts verplaatst, want nu moet er rekenschap gegeven worden van de reden, waarom in die gevallen de vorming van cellulose uit aanwezig zetmeel verhinderd wordt, welke toch in zoovele andere gevallen (b. v. bij de ontwikkeling der bollen en knollen, enz.) wel degelijk in het duister plaats heeft.

Grooter bezwaar intusschen is er, volgens BATALIN, wanneer men let op de veranderingen, welke bladen van Gramineën en andere monocotylen in het duister ondervinden. Deze worden, gelijk bekend is, onder deze omstandigheden aanzienlijk langer dan gewoonlijk, terwijl de breedte somwijlen dezelfde blijft, maar meestal geringer is dan bij in het licht groeiende bladen. Hier zou dus het vermogen om cellulose te vormen in de eene richting aanwezig zijn en in eene daarop loodrechte richting niet, hetgeen men toch wel niet kan aannemen.

Ook strijdt met de gegeven verklaring, dat geëtioleerde kiemplanten in het algemeen eene grootere hoeveelheid cellulose bevatten dan normale van gelijken ouderdom.

BATALIN heeft daarom gezocht naar eene andere oorzaak der genoemde verschijnselen, en hij komt tot het besluit, dat de meeste bladen niet in het duister groeien, omdat onder die omstandigheden geen celdeelingen plaats hebben. De grootte van het blad is namelijk evenredig aan het aantal cellen, en het blad groeit juist zooveel, als het nieuwe cellen voortbrengt. BATALIN tracht deze stelling aldus te bewijzen: De celdeelingen

hebben, zooals bekend is, het best plaats in zwak licht, dat nog niet voldoende is, om chlorophyll te vormen en de assimilatie te doen plaats hebben. Daarom plaatste hij van in het duister ontwikkelde kiemplantjes eenige gedurende korten tijd (1½ à 3 uren) in zeer zwak diffuus licht, terwijl hij een ander deel in het donker liet. Bij het eerstgenoemde gedeelte groeiden nu de kiemplantjes regelmatig voort tot de cotyledonen afvielen; de lamina der blaadjes werd 4 tot 7 maal, ja zelfs soms 12 maal grooter dan die der in het donker vertoevende, niettegenstaande die blaadjes geheel geel bleven (overeenkomende met „jaune" der kleurenschaal van CHEVREUIL), zoodat er geen chlorophyll gevormd was, en alleen celvermenigvuldiging mogelijk was geweest.

BATALIN besluit hieruit, dat het chlorophyll geen rol speelt bij de ontwikkeling der bladen, dat zij groeien kunnen ten koste der in het zaad weggelegde voedingsstoffen, en dat eigen assimilatie eerst noodig wordt, wanneer die voedingsstoffen verbruikt zijn; dat echter in het duister de bladen niet voortgroeien, omdat de cellen zich niet deelen kunnen, welke deeling reeds plaats heeft in licht van zoo geringe intensiteit, dat de vorming van chlorophyll, en althans die van zetmeel, daarbij niet geschieden kan.

Het ontstaan van smalle en lange geëtioleerde bladen bij in het duister groeiende Graminëen laat zich, meent BATALIN, ook volgens deze voorstelling verklaren. Wat hij daarvan mededeelt (het voorkomen van biscuitvormige cellen in het palissadenparenchym, welke in de groene bladen gedeeld, in de geëtioleerde niet gedeeld zouden zijn) schijnt mij echter niet overtuigend.

In strijd met deze voorstelling heeft PRANTL onlangs (*Arbeiten der botan. Instituts zu Würzburg*, Heft III, p. 384) door directe metingen aangetoond, dat bij de ontwikkeling van het blad in volslagen duisternis wel degelijk een aantal celdeelingen plaats hebben. Het getal cellen toch in de breedte van het eerste kiemblad van Phaseolus gelegen, bedroeg in het ongekiemde zaad 343, bij de geëtioleerde plant 1375 à 2571, bij de normale, groene plant 1429 à 2273.

Is dus de voorstelling van KRAUS niet boven bedenking verheven, ook die van BATALIN kan niet in alle opzichten den

toets van een nader onderzoek doorstaan. Met betrekking tot deze geheele vraag verkeeren wij in menig punt nog in het onzekere. Ja zelfs, SACHS beweert in de nieuwste uitgaaf van zijn *Lehrbuch der Botanik* (4e Aufl., p. 805 en 807) nog, dat eene volledige verklaring van den verschillenden invloed, welken onderscheiden plantendeelen van het licht ondervinden (eene verklaring, welke aantoont, hoe de organisatie eener plant in ieder bijzonder geval zoo en niet anders gewijzigd moet worden door de trillingen van den ether), voorshands geheel onmogelijk is, zoodat eene samenhangende voorstelling van de afhankelijkheid van den groei van het licht ter nauwernood gegeven kan worden.

Daar ik de juistheid van deze uitspraak erken, vlei ik mij ook niet, het genoemde raadsel te zullen oplossen. Maar men mag aan den anderen kant niet vergeten, dat de verschijnselen van het etiolement, hoe saamgesteld en ingewikkeld ook, wanneer zij eenmaal goed gekend en begrepen zijn, bij uitnemendheid kunnen bijdragen, om ons van eene der belangrijkste verrichtingen der levende plant eene voorstelling te geven. Elk onderzoek, hetwelk een goed geconstateerd feit aanvoert, of de voorgestelde theoriën zuivert of aanvult, kan daarom een bouwsteen zijn voor het later op te trekken gebouw. Uit dien hoofde geloof ik ook de volgende onderzoekingen, al brengen zij de zaak niet tot eene eindbeslissing, aan het oordeel der deskundigen te mogen onderwerpen.

Reeds ettelijke jaren geleden heeft dit onderwerp mijne aandacht getrokken, en gedeeltelijk ter toetsing van de opgaven van SACHS in 1863, gedeeltelijk ten behoeve van een ander onderzoek, heb ik herhaaldelijk planten in het duister gekweekt en de daarbij zich vertoonende verschijnselen nagegaan. Daar mijne uitkomsten overeenkwamen met de door SACHS gegeven beschrijvingen, heb ik het indertijd niet noodig geoordeeld, mijne waarnemingen te publiceeren. Met groote belangstelling begroette ik daarna het bovengenoemd opstel van KRAUS, dat de oorzaken dier verschijnselen tracht op te sporen, en, hoewel zeer daarmede ingenomen, kon ik toch eenigen twijfel aan de juistheid van sommige zijner besluiten niet onderdrukken, zoodat ik mij voornam zijne opgaven nader te toetsen. Van dit onderzoek, door andere bezigheden meer

Bij de planten, welke ik aan de proef onderworpen heb, zag ik deze witte scheuten zich ontwikkelen tot eene lengte van 15 à 18 centim. met gemiddeld vier internodia, waarvan het onderste steeds het langste was. Op de knoopen vormden zich kleine, licht gele blaadjes, niet meer dan hoogstens 2 à 3 millimeters lang. Deze scheuten ontstonden het eerst boven aan de takken der plant. Later, naarmate de eerstgevormde begonnen aftesterven (hetgeen bij elken scheut plaats had van onder naar boven, en door indroogen en bruin worden van het afstervende zichtbaar werd), ontwikkelden zich achtereenvolgens nieuwe loten lager aan de plant of dichter aan de hoofdas, tot dat ten laatste, nadat al het reservevoedsel was opgeteerd, de geheele plant te gronde ging.

Bij vergelijking nu van den anatomischen bouw van den groenen en den geëtioleerden tak van gelijken leeftijd, vindt men belangrijke verschillen. De groene tak bezit (op de dwarse doorsnede gezien) 1°. eene epidermis, 2°. een schorsparenchym van 6 à 7 cellenrijen in radiale richting, van welke cellen de buitenste rij in vorm en grootte veel gelijkt op de opperhuidcellen, terwijl de meer inwendig gelegene allengs grooter worden en slingerende wanden vertoonen. Hierop volgen de fibrovasaalstrengen, tot een geheel gesloten kring vereenigd, met nauw merkbare mergstralen. Uitwendig sluiten de vaatbundels aan het schorsparenchym door eene enkele, herhaaldelijk afgebroken rij van weinig verdikte bastvezelen, waarbinnen kleincellig, dunwandig parenchym en ter nauwernood herkenbare zeefvaten. Het houtlichaam, door eene zeer geringe cambiumlaag omgeven, bestaat uit radiale rijen van vaten en uit tamelijk verdikte houtcellen, 12 à 15 in aantal in de rijen waar de vaten ontbreken. De geheele fibrovasaalstreng is in radiale richting ongeveer van gelijke breedte als het schorsparenchym. Eindelijk, het merg vormt een centralen cylinder van 10 à 14 cellen in de middellijn der dwarse snede, welke cellen naar het centrum allengs grooter worden, zoodat de binnenste de aan den vaatbundel grenzende buitenste mergcellen ruim drie malen in middellijn overtreffen.

Belangrijk hiervan verschillend is nu de structuur van den in het duister gegroeiden, even ouden tak. Deze is dikker op

de dwarse doorsnede, maar niettegenstaande dien grooteren omvang vertoonen meest alle elementen een meer jeugdig karakter. Vooral de houtring is minder ontwikkeld, het aantal houtcellen in radiale richting is kleiner en van de verdikte bastvezelen is nog geen spoor te zien. Opmerkelijk is tevens, dat alle parenchymcellen, bepaaldelijk die van het merg, welke overigens eene buitengewone grootte bereiken, zoo weinig vasten, georganiseerden inhoud bevatten.

De geschetste verschillen blijken overigens voldoende uit de volgende numerische uitkomsten, de gemiddelden van onderscheiden metingen in verschillende richtingen:

	groene tak.	geëtioleerde tak.
dikte van den geheelen tak . . .	1,7 à 1,9 mm. .	1,9 à 2,2 mm.
radiale dikte van epidermis en primaire schors.	50	54
aantal cellenrijen in het schorsparenchym in radiale richting.	5—7	6—10
radiale dikte van den fibrovasaalstreng.	38	29
middellijn van het merg	90	140
aantal mergcellen in die middellijn.	10—14	12—15
lengte der mergcellen	13—14	17—24
lengte der schorsparenchymcellen.	26—27	27—42

alles uitgedrukt in verdeelingen van den oculairmicrometer, die eene grootte aanwijzen van 0.0067 mm.

Nog sprekender zijn de verschillen bij twee iets oudere takken, waar de kurkvorming begonnen en een deel der schors afgesnoerd is.

De in het licht gegroeide tak vertoont hier, onder de overblijfselen van de opperhuid en de buitenste schorscellen, een tiental rijen kurkcellen (afwisselend cubische en tafelvormige) (zie fig. 5), door tangentiale deelingen uit moedercellen onmiddellijk onder den afgebroken ring van bastvezelen gevormd, tengevolge waarvan de primaire schors geheel verkurkt, bruin en grootendeels reeds afgevallen is. Binnen den mantel van kurk-

weefsel ziet men enkele rijen van vrij ruime parenchymcellen, afgewisseld met grootendeels reeds saamgevallen zeefvaten en daartusschen hier en daar een enkel zeer wijd kanaal, vermoedelijk met afgescheiden stoffen gevuld. De houtring bestaat uit 15 à 20 radiale rijen van op de dwarssnede vierkante, tamelijk verdikte houtcellen met in sommige reeksen eenige luchtvaten in enkele rij, nabij het merg geplaatst; de houtcellenrijen worden gescheiden door mergstralen ééne cellenrij breed, en weinig in voorkomen van de houtcellen verschillende op de dwarse snede.

De overgang van den mergkoker in het merg wordt gevormd door een aantal kleine, onregelmatig geplaatste cellen met sterk verdikte wanden die samengevloeid zijn, zoodat het geheel het voorkomen heeft van steenachtig collenchym. De mergcellen zelve, naar het centrum in grootte toenemende, hebben weinig verdikte, ter nauwernood gestippelde wanden.

Geheel anders daarentegen is het voorkomen van den geëtioleerden tak (zie fig. 6). Ook hier is ter zelfder plaatse (nam. onmiddellijk onder de enkele bastvezelen) de kurkvorming begonnen en dientengevolge de primaire schors met de epidermis verkurkt en bruin, welke beide hier nog grootendeels aanwezig zijn. De kurklaag zelve bestaat slechts uit 4 à 6 rijen cellen (ook, hoewel minder duidelijk dan bij den in het licht gegroeiden tak, afwisselend cubisch en tafelvormig) en gaat allengs over in het dunwandig gebleven phloëm, dat niet meer dan een paar cellenrijen dik en soms bijna niet te onderscheiden is van het cambium, waaruit het ontsproot. De houtring, gering in radiale dikte, bevat niet meer dan 6 à 7 cellenrijen en een zeer klein aantal vaten, behalve die, welke den mergkoker uitmaken. De houtcellen zelve zijn wijder dan bij den normalen tak, hare wanden echter minder verdikt, hoewel even sterk lichtbrekend. Binnen den mergkoker vindt men eenige cellen, die door tusschenwanden in een aantal kleinere verdeeld schijnen; duidelijk een eerste aanleg tot het bovengenoemde weefsel in het overeenkomstige deel van den normalen tak, waar echter de wandverdikking is achterwege gebleven. Eindelijk, het merg bestaat uit cellen, even groot in aantal als bij den in het licht gegroeiden tak (nam. 10—14 op ééne middellijn), en evenzoo naar het centrum in grootte toenemende, maar de absolute breedte

der geëtioleerde cellen is veel aanzienlijker en hare wanden zijn nog minder verdikt, terwijl daarentegen de absolute lengte der cellen in beide gevallen even groot is.

De gemiddelde uitkomsten der metingen bij deze takken zijn de volgende:

Radiale dikte van:	bij den normalen tak.	bij den geëtioleerden tak.
de doode, verkurkte door kurk afgesnoerde schorslaag.	22	24
de kurklaag	38	15
phloëm.	20	6
xylem	40	22
weefsel tusschen mergkoker en merg.	16	11
geheele dikte van het merg. . . .	70	126

alles uitgedrukt in verdeelingen van den oculair-micrometer.

Uit deze cijfers, zoowel als uit de figuren 3 en 4, blijkt alzoo ten duidelijkste, welke belangrijke wijzigingen de afwezigheid van licht op de verschillende deelen van den Fuchsia-tak teweeg kan brengen. Ontegenzeggelijk verkrijgt het merg hier in het duister eene bovenmatige ontwikkeling; maar uit de vergelijking van de metingen van den jongeren en den ouderen tak schijnt te blijken, dat bij den geëtioleerden de mergcellen eerst meer verlengd worden dan bij den normalen tak, daarna echter hoofdzakelijk in radiale dwarse richting uitgroeien (vermoedelijk omdat dan de verdikking der houtelementen reeds te veel weerstand aanbiedt), zoodat ten laatste het merg bij den geëtioleerden tak bestaat uit een grooter aantal cellen in de richting der as, welke cellen niet langer, maar veel breeder zijn dan de normaal ontwikkelde.

Een ander voorbeeld levert ons *Impatiens tricornis*. Van deze species heb ik jonge kiemplantjes onderzocht, die buiten in de open lucht, en andere even oude, welke onder eene SACHS'sche klok met bichromas kalicus gegroeid waren. De laatsten hadden minder licht en wel uitsluitend dat van de minst breekbare helft van het spectrum ontvangen. Hoewel de jonge blaadjes ook hier nog groen waren, vertoonden zich de afwij-

kende verschijnselen toch reeds hierin, dat de stengeltjes 2 à 3 maal grootere lengte bereikten dan die der normale plantjes en daarentegen veel dunner waren.

Bij de eerstgenoemde was de lengte der hypocotyle as 30 mm. en die van het eerste internodium 1 decim. De dikte der groene stengels was zooveel grooter dan die der in het gele licht gegroeide, dat de buitenomtrek van den houtring der eerste op de dwarse doorsnede een cirkel vormde even groot als de doorsnede van den geheelen stengel der laatste Bij nadere meting der elementen van het hypocotyle lid vond ik bij beide 8 à 9rijen schorscellen tusschen de opperhuid en den ring van zetmeelhoudende cellen om den vaatbundelkring; bij beide evenzoo 13 à 16 mergcellen op de middellijn der dwarse doorsnede. Bij beide eindelijk 4 overkruis staande vaatbundels, die echter bij de groene plant zich meer beginnen te differentieeren. In afmetingen intusschen verschillen de parenchymcellen van beide plantjes aanzienlijk.

Op de *dwarse* doorsnede is namelijk

	bij de normale plant.	bij de in geel licht gegroeide plant.
de grootte der schorscellen. .	23–25 gem. 24	14–21 gem. 17
〃 〃 〃 mergcellen . .	20–30 〃 25	13–22 〃 17

op de *overlangsche* doorsnede:

de grootte der schorscellen. .	21–38 gem. 28	40–87 gem 60
〃 〃 〃 mergcellen . .	25–35 〃 30	42–64 〃 56

waaruit blijkt, dat in het onder de gele lichtstralen gevormde weefsel, zoowel schors- als mergcellen, maar vooral de eerstgenoemde, aanzienlijk langer en dunner zijn geworden.

In het eerste internodium vindt men dezelfde afwijkingen bij beide planten terug; beide hebben over het algemeen dezelfde structuur, maar bij de verlengde plant is alles minder ontwikkeld in dwarse richting. Zoo heeft de epidermis bij de normale plant eene dikte van 4 micrometerverdeelingen, bij de andere van 2; daaronder volgen bij de eerste, 3 rijen collenchymcellen, metende 10—12, bij de andere, 2 à 3 rijen nog niet verdikte cellen metende 5; bij beide vindt men vervolgens de schorsparenchymcellen zeer ongelijk van afmeting, maar bij de groene plant doorgaans

grooter. Beide internodia hebben 10 fibrovasaalstrengen in vorm op elkander gelijkende, maar in grootte en vooral in dikte der wanden geringer bij de verlengde plant. Eindelijk ziet men bij deze laatste 6—8 rijen mergcellen, gezamentlijk 45—70, en bij de groene plant 7—8 rijen, 90—100 verdeelingen metende, terwijl in beide gevallen eene centrale holte gevonden wordt, door atrophie der binnenste mergcellen en door overwegenden peripherischen groei ontstaan.

Op de overlangsche snede is echter het verschil omgekeerd. Hier vindt men bij

	de normale plant.	de in het gele licht ontwikkelde plant.
lengte der mergcellen. .	10–16 gemidd. 13	25– 45 gem. 34
〃 〃 〃 . .	18–25 〃 21	60–100 〃 80.

Zeer merkwaardig zijn ook de veranderingen, door mij waargenomen in den bouw van stengels van *Vicia Faba*, welke aan het licht onttrokken waren. Gekiemde zaden dezer plant, vergelijkenderwijze in het duister en in het licht ontwikkeld, vertoonden niet alleen bij de eerstgenoemden langer en grooter parenchymcellen, ook aantal en vorm der vaatbundels was aanmerkelijk gewijzigd, gelijk een blik op figg. 7 en 8 aanstonds aanwijst. Bij de groene plant bevat de voet van den stengel 15 vaatbundels in een kring geplaatst en 4 daarbuiten, behoorende tot twee bladparen. Het merg is in het midden verscheurd en ontbreekt dus in het centrum Daarentegen heeft de geëtioleerde stengel slechts 6 in een kring geplaatste vaatbundels, elk in tangentiale richting meer uitgerekt en in het merg uitpuilende, welk laatste hier gaaf gebleven is. Deze afwijkende vorm der vaatbundels op de dwarse doorsnede is wellicht een gevolg, eensdeels van de telken male aangetroffen gebrekkige ontwikkeling en verdikking der elementen van den vaatbundel zelven, anderendeels van de bij planten met holle stengels algemeen voorkomende trage ontwikkeling van het merg in betrekking tot den peripherischen groei. Wanneer namelijk hier, tengevolge van de afwezigheid van licht, eensdeels de vaatbundels dunwandig blijven, anderendeels het merg langer vochthoudend en levend is, dan moet, zoodra de eigenaardigheid van den sten-

gel (het op zeker tijdstip hol worden door atrophie van het merg) zich begint te openbaren door geringer groei der mergcellen, eene spanning ontstaan in radiale richting, welke de nog buigzame elementen van den vaatbundel van richting doet veranderen. In dit opzicht zou dus *Vicia Faba* een steun zijn voor de voorstelling van KRAUS aangaande den invloed van het merg. Voor de hoogere internodiën geldt die voorstelling echter niet, want deze zijn hol even als de groene stengels en toch aanzienlijk oververlengd.

Belangrijk zijn ook de wijzigingen in de structuur, welke *Polygonum cuspidatum* in het duister vertoont. Van deze Japansche plant, wier rhizoma, gelijk bekend is, in onze tuinen zeer goed overwintert, werden jeugdige stengels van vollegrondsplanten, die in het voorjaar pas eenige centimeters hoog waren, onder steenen draineerbuizen geplaatst, waarvan naarmate de plant in groei toenam, onderscheidene op elkander gestapeld werden, de bovenste steeds gedekt met een grooten schotel, wiens rand over de buizen heensloot, zoodat steeds eene donkere kamer van voldoende hoogte om de plant werd gevormd. Zij groeiden aldus gelijktijdig met andere stengels uit hetzelfde meerjarige rhizoma op, doch tengevolge van de onttrekking van licht verbleekten de reeds aanwezige internodia geheel en de nieuw gevormde werden 1½ à 2 maal langer dan die der groene stengels, terwijl de blaadjes geel van kleur en zeer klein bleven. Vooral in de breedte waren deze laatste weinig ontwikkeld en met de randen naar achter opgerold.

Nadat de groene en de verbleekte stengels hun vollen wasdom hadden bereikt, werden van beide op verschillende hoogte doorsneden gemaakt en deze microscopisch onderzocht. Al aanstonds trok het de aandacht, dat ook hier weder de vaatbundels der geëtioleerde plant zooveel in ontwikkeling waren achtergebleven, terwijl hun aantal even als de geheele dikte van den stengel in beide gevallen niet zoo bijzonder veel verschilden. Opperhuid en primaire schors toonden op de dwarse doorsnede weinig onderscheid; op de overlangsche snede bleken beider cellen bij den geëtioleerden stengel meer verlengd te zijn. Daarentegen waren de verdikte bastvezelen en de houtcellen wel veel dunwandiger, maar niet meer verlengd dan bij den normalen stengel. De merg-

cellen gedroegen zich als het parenchym der schors: op de dwarse snede ongeveer van gelijke grootte, waren zij in de richting der lengteas meer dan tweemaal zoolang bij den geëtioleerden stengel. Overigens schijnt bij dezen laatsten het hol worden door atrophie van het merg een weinig later aan te vangen, doch daarna even sterk te worden. Althans een geëtioleerd internodium van 2,5 mm. middellijn had nog een nagenoeg gaaf merg; een iets ouder van 5 mm. middellijn vertoonde eene centrale holte ter grootte van ongeveer $^1/_3$ der doorsnede, maar kleiner dan die van een even oud internodium der groene plant; bij de geheel volwassen leden was eindelijk geen merkbaar verschil meer in dit opzicht.

Merkwaardig is nog, dat de bij den groenen stengel, zoowel in de primaire schors als in het dunwandige phloëm en in de meer peripherische mergcellen, in cellen van bepaalden vorm voorkomende *kristalklieren*, bij de geëtioleerde plant geheel ontbreken; een verschijnsel, dat wijst op verschil van scheikundigen aard tusschen beide planten, waarover straks nader.

De uitkomsten der metingen (uitgedrukt in waarden van den oculair-micrometer, daar het hier niet om absolute, maar om relatieve grootheden te doen is), zijn de volgende:

dwarse doorsnede.	groene stengel.	geëtioleerde stengel.
radiale dikte van den geheelen vaatbundel . .	95	55
〃 〃 〃 het dikwandig phloëm . . .	16	8
〃 〃 〃 〃 dunwandig phloëm en cambium	9	12
radiale dikte van het xylem.	55	22
〃 〃 〃 den mergkoker	20	13
grootte der mergcellen.	15.2	15
overlangsche doorsnede.		
gemiddelde lengte der epidermiscellen.	5.5	13.5
〃 〃 〃 schorscellen	12.2	32.4
lengte der dikwandige bastcellen	90	89
〃 〃 houtcellen	88	88
〃 〃 mergcellen	29.5	62

Blijkt hieruit voldoende het boven in eenige woorden beschre-

ven verschil, een blik op de figuren 9 en 10, welke de dwarse doorsnede van een vaatbundel uit den groenen en uit den verbleekten stengel voorstellen, en welke geen verdere verklaring behoeven, geeft aanstonds een beeld van de anatomische wijzigingen door afwezigheid van licht teweeg gebracht.

Ook bij *monocotyle stengels* vertoonen zich dergelijke verschijnselen. Iedereen kent die bij *Asparagus officinalis*, welker in het voorjaar opschietende stengels week en sappig blijven en zich aanzienlijk verlengen, zoolang zij in het duister vertoeven, maar alras groen en houtig worden, wanneer zij aan het licht zijn blootgesteld. Als voorbeeld noem ik verder *Tradescantia zebrina*. Goed gewortelde stekken dezer soort groeiden, in het duister geplaatst, bijna uitsluitend aan het basaalgedeelte der internodiën, gelijk duidelijk bleek daar, waar vooraf op geringe en gelijke afstanden van elkander, puntjes op deze internodia waren geplaatst. Overigens waren de in het duister gevormde gedeelten reeds op den eersten blik te herkennen door de witte kleur en door grooter dikte. Bij vergelijking van de dwarse doorsnede van deze laatste met die der groene stengels, vond ik bij de verbleekte gedeelten vooreerst de opperhuidcellen en de vier à vijf daaronder liggende rijen parenchymcellen met veel dunner wanden; de bij de groene stengels hierop volgende ring van ééne rij verdikte cellen met geel gekleurde, meer verdikte wanden, welke de meest peripherische vaatbundels verbindt, ontbrak geheel. Het aantal vaatbundels was bij beiden gelijk en in getal der elementen evenmin belangrijk verschillende; beide bevatteden gewoonlijk ook slechts 1 à 2 groote spiraalvaten, maar wel was er onderscheid in de stijfheid en dikte zoowel der bast- als der houtelementen. Nog meer in het oogvallend was de grooter stijfheid der celwanden van de mergcellen van den groenen stengel, die blijkbaar meer gespannen waren dan de dikwijls met slingerende wanden voorziene mergcellen van het geëtioleerde internodium.

Wat overigens grootte en aantal der mergcellen betreft, hoewel in beide gevallen groote verschillen tusschen de afmetingen der onderscheiden mergcellen bestonden, daar grootere en kleinere cellen steeds met elkander afwisselden, zoo bleek mij toch uit een aantal metingen, dat gemiddeld zoowel de grootte als

het getal der mergcellen bij de geëtioleerde plant iets grooter was. Ik vond namelijk bij de laatste op de middellijn der snede 22 cellen, gemiddeld ieder 19 verdeelingen van den micrometer groot, en bij den groenen stengel 19 cellen, gemiddeld 17 verdeelingen groot, zoodat de grooter dikte van het verbleekte internodium (30 millimeters tegen 23 mill. bij de groene plant) geheel verklaard wordt uit de afmetingen van het inwendige grondweefsel. Op de overlangsche snede verschillen bedoelde cellen niet noemenswaard in afmetingen.

Bij *Spironema fragrans* komt evenzoo, nadat de plant eenigen tijd in het duister gestaan heeft, eene aanzienlijke verlenging van de as voor, waarbij internodia gevormd worden 4 à 5 maal langer dan de normale. De dikte dezer geëtioleerde internodia is echter geringer dan die der groene stengels.

Eindelijk vind ik nog een merkwaardig voorbeeld van de bedoelde afwijkingen in de ontwikkeling van *Fritillaria imperialis* in het duister.

Langs de noordzijde van een der plantenkassen in den Academischen tuin alhier, bevindt zich eene rij bollen van de genoemde Liliacee, welke in den vollen grond overblijven en elk voorjaar de normale bovenaardsche stengels vormen. Zoodra nu in het vroege voorjaar van 1875 de jeugdige planten eenige centimeters boven den grond kwamen, werden over een paar daarvan twee wijde draineerbuizen op elkander staande, en de een de ander met den kraag omsluitende geplaatst, terwijl de opening van boven gesloten werd met een grooten aarden schotel, waarvan de omgekeerde rand, den bovenrand der draineerbuis omsloot. Hierdoor werd de jonge plant, buiten in den vollen grond blijvende, geplaatst in eene donkere kamer, welke, even als bij *Polygonum* (zie boven blz. 154), naar behoefte, door het op elkander brengen van meer draineerbuizen, willekeurig verhoogd kon worden en voldoende luchtwisseling en vocht aan de plant aanbood, zoodat deze zich gelijktijdig met de naast haar staande kon ontwikkelen. Dat dit werkelijk het geval was geweest, bleek overtuigend, toen den 9[den] Mei, zoowel de in het duister gegroeide als de daarnevens in het licht ontwikkelde voor nader onderzoek werden afgesneden. Beide waren in vollen bloei; alle organen waren goed ontwikkeld; de

bloemen van normale grootte met goed uitgegroeide meeldraden en stampers. Alleen de kleuren van het bloemdek waren niet zoo levendig, de geheele stengel was langer, de bladen waren minder talrijk en smaller dan bij de plant, die in het volle licht had gestaan.

De afmetingen der geëtioleerde en der daarnevens gegroeide groene plant waren als volgt:

	Groene plant.	Geëtioleerde plant.
dikte van den stengel aan de basis.	2.3 centim.	2.3 centim.
idem van den bloemstengel. . . .	1.1 〃	1.0 〃
lengte van den stengel van den voet tot het eerste blad.	18 〃	29 〃
idem van het eerste tot het bovenste blad.	46 〃	52 〃
idem van den bloemstengel	43 〃	44 〃
dus totale lengte der plant	107 〃	125 〃
lengte van het onderste blad. . . .	16 〃	12 〃
breedte van idem	5 〃	4.5 〃
lengte van een der hoogere bladen .	16 〃	16 〃
breedte van idem	2.5 〃	1.0 〃
lengte der bladen uit de kroon boven de bloemen: grootste blad	13 〃	11 〃
kleinste 〃	7 〃	10 〃
breedte van het grootste 〃	1.5 〃	1.3 〃
〃 〃 〃 kleinste 〃	0.7 〃	1.0 〃
aantal bladen der geheele plant onder de bloemen.	65 〃	35 〃
idem aan de kroon	26 〃	13 〃
aantal bloemen	7 〃	4 〃

Men ziet uit deze cijfers voldoende, dat, al was ook de in het duister ontwikkelde plant iets minder krachtig dan de groene, toch alle organen schijnbaar normaal aanwezig waren, zoodat *Fritillaria* wel een sterk sprekend voorbeeld oplevert, dat licht voor groei en ontplooiing niet noodig is, wanneer de organen, gelijk dit bij bolgewassen in het algemeen het geval is, in knoptoestand aangelegd zijn.

Het anatomisch onderzoek toonde echter ook hier onderscheiden afwijkingen.

Op de dwarse doorsnede der basis van den stengel ziet men een groot aantal kleine vaatbundels, welke tot in het midden van dezen voorkomen (zoodat de stengel niet hol is) en uitwendig gezamenlijk omgeven zijn door een samenhangenden ring van 6—10 lagen kleine verdikte cellen (Schutzscheide, Gefässbündelscheide der Duitschers). Deze ring wordt uitwendig begrensd door een zestal rijen groote ellipsoidische cellen, waartusschen ruime luchtkanalen, terwijl het geheel omgeven is door eene opperhuid met buitenwaarts sterker verdikte wanden.

Deze structuur wordt nu in den geëtioleerden en den groenen stengel beide teruggevonden, maar in den laatstgenoemden bevatten de buitenste cellenlagen chlorophyll, terwijl in het algemeen alle elementen van dezen ook meer verdikte wanden hebben; zoo zijn b. v. hier de cellen van het grondweefsel gestippelde cellen, en in den geëtioleerden stengel niet.

De vaatbundelscheede, bij den groenen stengel uit 8—10 rijen sterk verdikte cellen met stippelkanalen opgebouwd, bevat bij den geëtioleerden slechts 4—6 rijen veel minder verdikte cellen. Hetzelfde karakter keert bij den vaatbundel terug. Hoewel bij beide stengels uit dezelfde elementen bestaande, zijn aantal en verdikking der vaten bij den geëtioleerden geringer. Hierdoor laat zich deze, die hel wit van kleur is, veel gemakkelijker snijden dan de groene stengel.

De opperhuidscellen verschillen bij beide niet noemenswaard; in beide gevallen vindt men groote stomata, spaarzaam verspreid en met zetmeelkorrels gevuld, die zelfs bij den verbleekten stengel nog talrijker en grooter zijn. Evenmin vertoont de overlangsche doorsnede van beide stengels belangrijke verschillen, al zijn ook de parenchymcellen in den geëtioleerden gemiddeld een weinig langer en met minder verdikte wanden. De vaten zijn steeds hoofdzakelijk spiraalvaten.

De opperhuid der bladen bevat bij beide stomata, in aantal en grootte gelijk. Het chlorophyll ontbreekt natuurlijk bij den geëtioleerden stengel, doch het zetmeel niet. De opperhuidscellen zelve zijn bij dezen veel smaller (soms zelfs ter halve breedte) en een weinig langer.

Terwijl de bloemstengel bij beide planten dezelfde structuur vertoont als de bebladerde stengel en tevens gelijksoortige verschillen tusschen den in het licht en den in het duister gegroeiden, vindt men eindelijk ook in den bloemsteel dezelfde type, hoewel eenvoudiger, terug. Het parenchymweefsel onder de opperhuid is bij de normale plant rijkelijk voorzien van chlorophyll, bij de in het duister opgegroeide geheel ongekleurd; daaronder ligt bij beide het analogon van de vaatbundelscheede, bij de verbleekte plant ter nauwernood te onderscheiden van het uitwendige, evenmin verdikte parenchym. Hoewel beide bloemstelen ongeveer dezelfde dikte hebben, is het aantal vaatbundels op de dwarse doorsnede bij den eerstgenoemde 34, bij den ander 25, en daarbij zijn de vaatelementen dan nog veel minder verdikt.

Uit al de boven beschreven voorbeelden mag het besluit worden opgemaakt, dat, waar de plantenstengels in het duister groeien, in het algemeen de verdikking der celwanden in meer of minder mate achterwege blijft of onvolledig is. Dit geldt eigenlijk van alle weefsels van den stengel. Zoo ziet men b. v. een deel van het parenchym der schors in normalen staat collenchym vormen, hetgeen in geëtioleerde planten geheel of gedeeltelijk achterwege blijft, maar het meest komt de bedoelde afwijking uit bij de anders dikwandige elementen van den fibrovasaalstreng. In dezen vindt men meestal de elementairorganen geringer in aantal en minder gedifferentieerd, zoodat het geheel een minder ontwikkeld, een meer jeugdig karakter verkrijgt, hoewel niet volkomen gelijk aan den normalen stengel op jeugdiger leeftijd.

Ik moet dus, op grond mijner onderzoekingen en metingen, KRAUS gelijk geven, waar hij beweert, dat de geëtioleerde stengel anatomisch op een lageren trap staat dan de normale, groene stengel van gelijken ouderdom.

De resultaten van KOCH, ten opzichte van gedeeltelijk aan het licht onttrokken roggestengels zijn evenzoo geheel hiermede in overeenstemming. „Die Beschattung," zegt hij, „beeinträchtigt

»die Verdickung der Zellen wachsender Stengelorgane," (l. l. pag. 9) en zijne figuren toonen dit verschil ook ten duidelijkste.

Waarin hebben wij nu de oorzaak van dit verschijnsel te zoeken?

Kraus schrijft (l. l. p. 241: het dunwandig blijven der epidermis- en collenchymcellen van geëtioleerde stengels toe aan het ontbreken der chlorophyllkleurstof, aangezien de gele, niet verlichte chlorophyllkorrels niet in staat zijn te assimileeren. De achterwege blijvende verdikking van de elementen der vaatbundels is volgens hem een gevolg van het klein blijven der bladen, dewijl in normalen staat die wandverdikking in den fibrovasaalstreng eerst laat begint, wanneer de nabijgelegen bladen reeds nagenoeg volwassen zijn.

Deze verklaring komt mij echter niet juist voor, want vooreerst blijft ook in het merg van den verbleekten stengel somwijlen de wandverdikking uit (zie b. v. mijne beschrijving van Fuchsia globosa, p. 151), hoewel dit in normalen staat toch geen chlorophyllkleurstof bevat. Kraus gevoelt ook zelf de zwakte van zijn argument, wanneer hij daarbij opmerkt, dat men misschien bezwaar daartegen zal hebben, omdat in het collenchym, juist in den tijd, waarin het zich verdikt en nog geruimen tijd daarna, geen zetmeel in de chlorophyllkorrels kan aangetoond worden, en dan dit bezwaar tracht te ontzenuwen door het onbewezen vermoeden, dat het ontstane zetmeel even snel verbruikt als gevormd zou worden. Ten anderen strijdt hiermede het door mij meermalen verkregen resultaat, dat evenzeer als de mergcellen ook de parenchymcellen der schors en de opperhuidcellen meer dan gewoon ontwikkeld zijn, zoodat ik hier niet zoo zeer aan een ontbreken der voor voeding geschikte stoffen, als aan eene wijziging van het levensproces, ten gevolge van het ontbreken van den prikkel van het licht, zou denken. Wellicht worden dan sommige stoffen niet gevormd, welke voor de wandverdikking der aanwezige cellen noodzakelijk zijn. Doch hieromtrent laat zich vooralsnog niets zekers zeggen. In elk geval kan de afwezigheid van chlorophyllkleurstof niet een algemeene hinderpaal voor de wandverdikking zijn, want hoe ontstaan dan in zoovele wortels en rhizomata de soms aanzienlijk verdikte weef-

sels? Ik kan dus de verklaring van KRAUS niet aannemen, al weet ik ook geen betere daarvoor in de plaats te geven.

Met de beschreven afwijking in anatomischen bouw gaat in vele gevallen gepaard eene *buitengewone lengte van den geëtioleerden stengel.* Waarvan is nu deze het gevolg? KRAUS heeft hiervan, gelijk wij boven zagen, eene verklaring gegeven, welke zeer eenvoudig en rationeel schijnt. Bij zijne vroegere onderzoekingen over weefselspanning (*Bot. Zeit.* 1867) had hij gevonden, dat in groeiende internodia het merg de meer buitenwaarts gelegen gedeelten in ontwikkeling vooruit is, en deze min of meer uitrekt. Aan die uitrekking in de richting der lengteas van het internodium wordt in normalen toestand alras een grens gesteld door de wandverdikking der verschillende elementen van de schors, maar vooral van den vaatbundel, zoodat nu vervolgens het merg in zijn lengtegroei meer of min wordt teruggehouden door den tegenstand der trager groeiende en verdikte cellen van den stengel. Blijft echter, gelijk het anatomisch onderzoek heeft aangetoond, in den geëtioleerden stengel de genoemde wandverdikking achterwege, zoo heeft het merg vrij spel en bereikt nu niet alleen de volle lengte, welke het in den normalen stengel zoude hebben, indien het niet door andere elementen was tegengehouden, maar nog meer dan die lengte, omdat de mergcellen voornamelijk door opneming van water zich verlengen.

Op deze wijze wordt, naar het schijnt, rekenschap gegeven van het bekende feit, dat de mergcellen van den verbleekten stengel eene meer dan gewone lengte hebben, en ook de proeven van SORAUER (*Bot. Zeit.* 1874), volgens welke alleen door opneming van water het merg in lengte zou vermeerderen, zijn daarmede in overeenstemming. KRAUS heeft zich verder afgevraagd, of uit de grooter lengte der mergcellen alleen reeds de verlenging van den geëtioleerden stengel te verklaren is, met andere woorden, of de verlenging van de cellen van het merg in rechte reden staat tot die van den stengel. Uit talrijke metingen heeft hij — gelukkiger dan SACHS, die ten gevolge van de zoo verschillende grootte der cellen van hetzelfde weefsel tot geen zekere uitkomst kon geraken, — gevonden, dat de ververlenging der mergcellen wel grootendeels, maar niet geheel

die van het internodium verklaart, zoodat hij besluit, dat er ook eene buitengewone celvermeerdering moet plaats hebben. BATALIN heeft dit bevestigd gezien en ook ik heb dezelfde uitkomsten verkregen, welke ik echter, als gelijkluidend met die mijner voorgangers, onnoodig acht mede te deelen.

Volgens de voorstelling van KRAUS alzoo is bij de oververlenging van den stengel in het duister het merg het determineerende agens, en hangt die verlenging af van het spanningsverschil tusschen de uit- en inwendige weefsellagen, zooals ook bevestigd wordt door het feit, dat windende en klimmende stengels, bij welke de weefselspanning uiterst gering is, in het duister de normale lengte behouden. Uit die voorstelling volgt verder, dat daar, waar het merg ontbreekt, ook de buitengewone verlenging moet achterwege blijven. KRAUS heeft dit niet onderzocht, maar de uitkomsten van KOCH, met roggeplanten bij verminderde toetreding van licht verkregen, deden mij reeds twijfelen, of de verklaring van KRAUS ook hier toepasselijk is.

Ik heb daarom opzettelijk van eenige planten met holle stengels den groei in het duister nagegaan. De uitkomsten daarvan zijn boven bl. 151 voor Impatiens, bl 154—156 voor Polygonum cuspidatum, en bl. 147 voor Phaseolus multiflorus opgegeven. In al die gevallen had ook oververlenging van den stengel plaats, en, zooals de metingen van Polygonum aantoonen, hadden niet alleen de weinige nog aanwezige mergcellen, maar vooral de schors- en epidermiscellen bij etiolement eene meer dan dubbele lengte verkregen. Men moet dus de *actieve werking* in deze gevallen niet uitsluitend aan het merg, maar *minstens in dezelfde mate aan de schorscellen toeschrijven.* Alleenlijk kan er misschien in de eerste, jeugdige toestanden van het merg als determineerend agens sprake zijn, op grond van het feit, dat in den geëtioleerden stengel het merg langer levend blijft en dus de centrale holte van den stengel eenigszins later de normale grootte bereikt (zie boven bl. 155). Overigens vertoont zich die buitengewone lengte der schorscellen ook elders, zooals bij Fuchsia globosa (bl. 149) en bij Impatiens tricornis (bl. 152), zoodat ik, in zoo verre er sprake is van een actief en een passief zich verlengend gedeelte van den stengel, niet

alleen het merg, maar het geheele grondweefsel (Grundgewebe van SACHS) als het actieve zou willen beschouwen. Hiermede zijn dan ook in overeenstemming de uitkomsten met monocotyle stengels verkregen, waar, vooral in de gevallen waarin de fibrovasaalstrengen ook in het centrale gedeelte voorkomen, van een eigenlijk merg niet gesproken kan worden. Overigens kan die krachtige groei van het grondweefsel bestaan, òf, zooals gewoonlijk, in eene verlenging van de cellen volgens de asrichting der plant, òf in eene ontwikkeling der cellen rechthoekig op die richting, wanneer namelijk de stengel dikker wordt bij etiolement, zooals bij Tradescantia zebrina het geval is.

Aan het argument van KRAUS, dat de abnormale lengte van den stengel in het duister een gevolg is van bovenmatigen groei van het merg, gepaard met geringe verdikking der elementairorganen van den vaatbundel, sluit zich de voorstelling, dat in geëtioleerde stengels *de spanning* geringer moet zijn dan in normale, zonder echter nul te worden. KRAUS geeft daarvan op bl. 240 zijner verhandeling eenige numerische opgaven, waaruit blijkt, dat die spanning in geëtioleerde organen tot ongeveer de helft der normale grootte en soms tot minder teruggebracht is. In verband daarmede merkt hij op, dat stengels, waarbij in normalen toestand geen spanning aanwezig is, zooals Cucurbita, ook in het duister geen bovenmatige verlenging vertoonen, welk verschijnsel ik voor Ipomaea bevestigd heb gezien.

Overigens heb ik ten opzichte dier spanning niets nieuws medetedeelen, aangezien ik daarover geen opzettelijke proeven heb genomen. Alleenlijk moet ik opmerken, dat mij bij geëtioleerde voorwerpen van Phaseolus, Fuchsia, Rosa, Polygonum, die spanning meermalen duidelijk gebleken is. Bij afstrooping der opperhuid kromde deze zich vaak niet minder dan bij normale planten het geval was. Ter bevestiging dezer uitkomst, zij hier ook herinnerd aan eene belangrijke proef van DUCHARTRE (*Comptes rendus* Tom. LXI p. 442), door HUGO DE VRIES met dezelfde uitkomst herhaald (*Arbeiten d. botan. Instituts zu Würzburg*. III, p. 328), volgens welke de stengel van Dioscorea Batatas in voortdurende duisternis zich niet slingert, maar recht langs de stutten opgroeit tot eene lengte van 1,3 à 1,5

meter. Hier vinden wij alzoo een voorbeeld van zelfs grooter spanning in geëtioleerden dan in normalen toestand.

FAMINTZIN heeft bij zijn onderzoek van de kieming van Lepidium sativum (*Mélanges biologiques. St Pétersbourg.* Tom. VIII) gevonden, dat de wortels van in het duister verkeerende plantjes korter blijven dan die van in het licht groeiende stengeltjes, en wel, naar hij meent, juist zoo veel minder dat de som der lengten van wortel en stengel bij groene en bij geëtioleerde planten van gelijken ouderdom gelijk zou blijven. Dit resultaat zag hij later bevestigd door een groot aantal waarnemingen (*Bot. Zeitung.* 1873, p. 367). Gedurende 7 dagen werden dagelijks van 40 in het licht en van even zoovele in het duister gekiemde zaden de lengte der hypocotyle as en die van den wortel afzonderlijk gemeten. Het gemiddelde van elk veertigtal metingen gaf in die dagen eene uitkomst in bovengenoemden zin. Eerst den achtsten dag weken de sommen aanzienlijk uiteen, omdat bij de in het duister gekiemde planten de groei toen ophield.

Zonder de juistheid der bovengenoemde resultaten, welke overigens door LASAREFF bevestigd zijn (*Just, botan. Jahresber.* II, p. 775), in het minst te willen betwijfelen, geloof ik echter, dat de bedoelde overeenkomst der sommen (waaraan FAMINTZIN gewicht hecht, doch welke hij niet weet te verklaren) voor het onderzoek, dat ons bezig houdt, geen licht kan verspreiden.

Indien zich bij geëtioleerde planten van elken leeftijd de bedoelde betrekking tusschen de lengte van stengel en wortel vertoonde, dan zou dit, ten gevolge van de samengestelde en verschillende wijzen van voeding en groei dier organen, een hoogst belangrijk verschijnsel wezen, hetwelk, zoo het bleek dat de overeenkomst dier sommen niet toevallig maar constant was, wel verdiende nader onderzocht te worden. Die gelijkheid der lengtesommen is echter alleen aangetoond voor de hypotocyle as en den eersten wortel gedurende de eerste levensdagen, dat is gedurende den tijd, waarin beide organen uitsluitend gevoed werden uit de reservestoffen van het zaad. Dit voedsel, afkomstig uit dezelfde bron, werd dan, zoolang de aanwezige voorraad strekte, òf meer bovenwaarts naar de hypocotyle as òf meer

benedenwaarts naar den wortel gevoerd; en wel, in grooter hoeveelheid naar de hypocotyle as, wanneer de vertragende werking van het licht op den lengtegroei van deze ontbrak. Er bleef in dat geval minder voor de behoeften van den wortel over. Hierin is, geloof ik, het geheim van de door FAMINTZIN gevonden overeenkomst gelegen.

In de tweede plaats heb ik als eene eigenschap van geëtioleerde stengels genoemd *hun loodrechten stand.* Terwijl van de in het vrije levende planten sommige de stengels en takken opwaarts gericht hebben, andere daarentegen ze schuin, waterpas, ja zelfs naar beneden hangende dragen, zijn de in het duister ontwikkelde spruiten nagenoeg alle recht op staande, en wanneer zij in andere richting gegroeid in het donker gebracht worden, dan buigen zich de jonge, nog groeiende gedeelten alras verticaal. Dit is uit vele onderzoekingen van verschillende proefnemers eenstemmig gebleken. Men heeft ook somwijlen zonder opzettelijke proefnemingen de gelegenheid om het verschijnsel zeer fraai te zien. Wanneer men in het voorjaar de oranjeriën en koude kassen der botanische tuinen bezoekt, ten tijde dat hun inhoud naar buiten wordt gebracht, dan vindt men onder de achterste voorwerpen allicht uitnemende voorbeelden van geëtioleerde stengels. Mij heeft meermalen het vreemde voorkomen getroffen van groote Fuchsia's en andere, welker knoppen, in welke richting zij ook zich bevonden, alle tot loodrechte witte scheuten van 3 à 4 internodia waren uitgegroeid, toen zij uit hunne ongunstige winterbewaarplaats werden te voorschijn gehaald.

Bij de in het licht groeiende planten heeft men de oorzaken van de richting, waarin zij zich verlengen, gezocht in de zwaartekracht en in het licht. Reeds KNIGHT heeft in het begin dezer eeuw door zijne bekende rotatieproeven het direct bewijs van den invloed der zwaartekracht trachten te geven. Later hebben HOFMEISTER, SACHS, WIGAND en anderen den invloed van beide agentia nader aangewezen. Zoowel het licht als de zwaartekracht hebben het vermogen de groeiende plantendeelen van richting te doen veranderen; de eerste werking wordt heliotropisme, de andere geotropisme genoemd; beide kunnen zoowel negatief als positief zijn en de definitieve richting van een

groeienden stengel wordt bepaald door de resultante van beide genoemde werkingen.

De naaste oorzaak der buigingen of krommingen der stengels, welke door HOFMEISTER gezocht werd in eene grootere rekbaarheid van de celwanden der opperhuid aan de convexe zijde, is, volgens de onderzoekingen van SACHS, een sterker groei aan die zijde.

Terwijl alzoo bij groene planten de richting bepaald wordt door samenwerking van verschillende oorzaken (waarbij zich nog in sommige gevallen de doorbuiging door belasting voegt), is het verschijnsel bij geëtioleerde planten eenvoudiger, want één der factoren, namelijk de werking van het licht, ontbreekt. Alleen het geotropisme blijft over, bij wortels positief, bij stengels negatief werkende. Men ziet dit reeds bij planten, die in geel licht, b. v. in dat, hetwelk door eene oplossing van bichromas kalicus doorgelaten wordt, zich ontwikkelen, want aan deze lichtstralen ontbreekt het heliotropisch vermogen. De loodrechte groei der in het duister verkeerende stengels is dus een onmiddellijk gevolg van negatief geotropisme.

Vraagt men ten slotte, waaraan dan nu de beschreven verandering van den stengel in het duister is toeteschrijven, zoo antwoord ik, dat ik mij de zaak aldus voorstel:

Bij afwezigheid van heliotropisme kan het geotropisme zijn geheelen invloed op de ontwikkeling van den stengel doen gelden. Deze zal dus, gelijk wij zoo even zagen, ongehinderd naar boven groeien en de in andere richting aangelegde knoppen zullen door diezelfde oorzaak alras naar boven gebogen worden.

Groei, dat is celdeeling en celvergrooting, is niet aan de aanwezigheid van licht gebonden. Dit proces kan even goed in het duister plaats hebben, zoo slechts het materiaal voor den groei beschikbaar is. Dit leeren ons tal van verschijnselen in het plantenrijk, zooals de aanleg van nieuwe wortels en van stengelknoppen bij rhizomata, het ontstaan van stomata en van haren (waarbij ook vele celdeelingen plaats hebben) in het binnenste van vele organen, alwaar het licht nagenoeg geen toegang heeft; de celdeelingen der Algen in het duister, welke zelfs bij

voorkeur of uitsluitend des nachts geschieden, enz. Doch geen sprekender bewijs dan de ontwikkeling van *Fritillaria*, boven bl. 157 geschetst, waarbij stengels, bladen en bloemen geheel in het donker werden gevormd.

De lengtegroei van den stengel in het duister, als gevolg van celvermenigvuldiging zoowel als van celgroei, laat zich dus zeer goed rijmen met onze tegenwoordige voorstellingen. Ja zelfs, die lengtegroei moet, volgens deze voorstelling, in vele gevallen bevorderd worden door duisternis.

Want 1°. heeft het licht een vertragenden invloed op den groei, zooals door SACHS is aangetoond (*Arbeiten d. bot. Institute zu Würzburg.* II), welke invloed in korten tijd duidelijk wordt, wanneer men slechts in de opvolgende gedeelten van een etmaal de intensiteit van den groei onder overigens gelijke omstandigheden, bepaaldelijk bij gelijke temperaturen en vochtigheid, nauwkeurig meet. Men vindt dan, ten gevolge der natuurlijke afwisseling van dag en nacht, een periodisch op- en neergaan der groeisnelheid, met een maximum even vóór zonsopgang en een minimum kort na den middag. Eene voortdurende duisternis zal dus, ceteris paribus, een grooter intensiteit van den groei, d. i. in casu eene meer aanzienlijke verlenging van den stengel in denzelfden tijd veroorzaken.

2°. Is het heliotropisme zelf eigenlijk eene den groei vertragende werking van het licht. De buiging toch van het plantendeel naar het licht wordt teweeggebracht, omdat de naar het licht gekeerde zijde minder snel groeit dan de daarvan afgewende zijde. Alzijdige duisternis, of licht zonder heliotropische werking, waarbij die buiging ontbreekt, moet dus eene relatief grooter strekking of verlenging van den stengel tengevolge hebben.

Het laatste wordt op treffende wijze bewezen door mijne boven bl. 151 medegedeelde proef met *Impatiens*, die, onder eene klok met bichromas kalicus geplaatst waardoor alleen lichtstralen zonder heliotropische werking worden doorgelaten, rechtop groeide en ververlengd werd, niettegenstaande zij groen bleef.

De reden, waarom de eene stengel veel meer verlengd wordt in het duister dan de andere, zou ik vooral zoeken in de verschillende grootte der spanning, welke bij onderscheiden plan-

ten, zoowel ten opzichte der celwanden zelve als der weefsels onderling wordt aangetroffen. Hiervoor pleit vooreerst, zooals ik KRAUS gaarne toegeef, dat de bovenmatige verlenging nul of uiterst gering is in geëtioleerden staat bij die planten, waarbij geen of weinig spanning der membranen wordt aangetroffen. Ten anderen geloof ik te mogen wijzen op de merkwaardige uitkomsten van TRAUBE met anorganische of zoogenaamd kunstmatige cellen. (*Archiv. für Anat. u. Physiol.* 1867, p. 87; latere proeven in *Bot. Zeit.* 1875, N°. 4 en 5) Wel moet men hier uiterst voorzichtig zijn in het maken van gevolgtrekkingen, omdat er een fundamenteel verschil is tusschen de vorming van den wand en de wijze van groei bij anorganische en bij plantencellen, zoodat ik ook de toepassing, door TRAUBE zelf gemaakt tot verklaring van den groei der gekiemde boon, niet geheel kan onderschrijven. Maar tusschen beide cellen vind ik toch met REINKE (*Bot. Zeit* 1875, p, 425) deze overeenkomst, dat voor beider groei eene sterke turgescentie noodzakelijk is, dat deze turgor ontstaat door krachtige endosmotische opneming van water door de tusschenruimten der wanden, en dat de vergrooting van deze wanden in beide gevallen geschiedt door opneming van nieuwe deeltjes tusschen de reeds bestaande, nadat de onderlinge afstand van deze laatste door de drukking van het celvocht vergroot is geworden. In zooverre kan wellicht de studie dier anorganische cellen eenig licht werpen op hetgeen bij den groei van den in het duister verkeerenden stengel geschiedt. De proeven van SORAUER (*Bot. Zeit.* 1873, p. 145) hebben geleerd, hoezeer de opneming van water en de daardoor vermeerderde turgor den groei bevordert; en de zwaartekracht werkt bij de verlenging der cellen van TRAUBE in gelijken zin als het geotropisme bij den plantenstengel.

Vervolgens wordt eene meer dan gewone verlenging van den stengel in het duister mogelijk gemaakt door de omstandigheid, dat de lengtegroei niet verhinderd wordt door sterke wandverdikking van de elementen van den vaatbundel, welke de dunwandige deelen in hunne ontwikkeling zouden terughouden, en evenmin door spoedig ve bruik van het aanwezige materiaal tot verdikkingslagen van bestaande celwanden. Want noch het een, noch het ander heeft in het duister plaats.

Waarom echter bij den geëtioleerden stengel meer cellen ontstaan dan bij den groenen, blijft voor mij nog onverklaard, tenzij men onderstelle, dat de celdeeling bij voorkeur in het duister geschiedt en aanneme, dat de verlengde afwezigheid van licht voor dit proces ruimer gelegenheid geeft.

Evenmin durf ik te zeggen, welke de ware oorzaak is van het achterlijk blijven van den vaatbundel. Wij hebben hier, naar ik meen, te doen met een pathologisch verschijnsel, waarvan wij de ware oorzaak nog niet kennen, dat wij nog niet uit bekende gegevens kunnen afleiden. Er zijn hierbij vermoedelijk nog andere factoren in het spel. Zoo schijnen in den geëtioleerden stengel ook sommige, voor de normale levensfunctiën der plant noodige stoffen te ontbreken, welke alleen in het licht gevormd worden. Op dit vermoeden, ook reeds door PRANTL geuit, kom ik bij bespreking van de wijzigingen der bladen terug.

VORMSVERANDERING DER BLADEN.

Gelijk uit het boven bl. 142 en volg. gegeven overzicht blijkt, zijn de verklaringen, door KRAUS en door BATALIN gegeven van de afwijkingen welke geëtioleerde bladen vertoonen, niet gelijkluidend. De voorstelling van KRAUS komt in hoofdzaak hierop neder, dat het geëtioleerde blad blijft in knoptoestand, omdat het niet in de gelegenheid is zelf te assimileeren; die van BATALIN, dat het blad klein blijft, omdat in het duister geen celdeelingen plaats hebben. Tegen de voorstelling van KRAUS heeft echter BATALIN gegronde bezwaren ingebracht, terwijl de denkwijze van dezen weder door de directe metingen van PRANTL weerlegd is. Wat hebben wij nu hiervan te denken? Aan welke oorzaken hebben wij de zoo verschillende ontwikkeling der geëtioleerde bladen toeteschrijven?

Vooreerst wat de *bladen van Gramineën* en andere Monocotylen betreft, welke in het duister lang en smal worden, deze schijnen mij toe, van de afwezigheid van licht gelijke gevolgen te ondervinden als de stengels. Reeds de richting, waarin deze

bladen groeien, nagenoeg loodrecht, doet onderstellen, dat het negatief geotropisme hierop van invloed zal wezen. Deze werking treedt, even als bij de stengels, meer op den voorgrond, wanneer door de ontwikkeling in het duister de buigende invloed van het licht ontbreekt. En dat deze bladen sterk positief heliotropisch zijn, leert de waarneming van SACHS (*Lehrb. d. Bot.,* 4e Aufl., p. 808), dat zij bij eenzijdige verlichting zelfs asymmetrisch worden.

In overeenstemming hiermede is de anatomische structuur van het blad, die aan de boven- en ondervlakte dezelfde is, en bij de geëtioleerde slechts eene geringe wandverdikking in de elementen der vaatbundels doet zien. Men vindt bij deze geëtioleerde bladen meestal de verhouding van lengte en breedte veranderd, d. i., òf zij zijn (bij Gramineën) bovenmatig verlengd met normale breedte, òf (zooals bij *Fritillaria*) de breedte is ter nauwernood de helft der normale, wanneer de lengte ongeveer met die der groene bladen overeenkomt. Bij *Fritillaria* bleken mij bij meting de opperhuidcellen ongeveer half zoo breed en een weinig langer te zijn dan bij normale bladen, terwijl de stomacellen noch in grootte, noch in aantal verschilden en hoewel zonder groene kleurstof, in ruime mate met zetmeel gevuld waren. Ik geloof dan ook de veranderingen der genoemde bladen te mogen aansluiten aan die der stengels. De voorstelling van KRAUS, dat spanningsverschil in overlangsche en dwarse richting hier de determineerende oorzaak zou wezen, acht ik met BATALIN onjuist.

2°. Hetzelfde geldt van de *bladstelen* van vele planten, die in het duister evenzoo eene meer dan gewone lengte bereiken. Bij onderscheiden planten komt dit voor. Eene bebladerde plant van *Primula chinensis* b. v. in het donker geplaatst, bleef ettelijke dagen onveranderd wat de bladen, ook de niet geheel volwassene, betrof. Deze groeiden niet meer; daarentegen werden de bladstelen aanzienlijk langer en bereikten eene lengte van 15 à 20 centimeters. Allengs begonnen de oudere bladen, daarna de jongere te verbleeken, te verdorren, om ten laatste af te vallen. Inmiddels vormden zich dicht bij den top der as nieuwe geëtioleerde bladen met eene zeer kleine lamina van hoogstens 2 à 3 centim. middellijn en met zeer lange stelen.

Pelargonium zonale in het duister levende, vertoont hetzelfde verschijnsel. De onder deze omstandigheden gevormde kleine blaadjes hadden zeer lange stelen, welker parenchymcellen bij meting bleken langer te zijn dan de overeenkomstige cellen in den groenen bladsteel. De houtcellen waren evenzoo minder verdikt en de vaatbundels zelve stonden geisoleerd en vormden geen houtring, zooals bij normale bladstelen.

Een derde voorbeeld leverde mij *Polygonum bistorta.* Uit rhizomata, die in water geplaatst waren, ontwikkelden zich bladen, zoowel in de open lucht als in een donkeren hoek eener op het Noorden liggende kamer. De afmetingen van beide bladen waren echter zeer verschillend, zooals uit de volgende cijfers blijkt:

	groen.	geëtioleerd.
lengte van blad en bladsteel. .	8,0 centim.	18,0 centim.
idem van bladschijf	6,0 〃	4,5 〃
dus lengte van den bladsteel .	2,0 〃	13,5 〃
breedte der bladschijf	2,0 〃	0,7 〃

Eindelijk heb ik van *Rosa centifolia* nog eene belangrijke bijzonderheid medetedeelen.

Twee krachtige planten werden in het voorjaar, de eene in het licht, de andere in het duister geplaatst. Beide ontwikkelden nieuwe loten, de laatstgenoemde, zooals men weet uit het boven aangaande den stengel gezegde (zie bl. 146), wit en veel langer dan die der andere. Beide loten droegen bladen. De groene tak, in een bloemknop uitloopende, had drie ontwikkelde bladen, welke van den voet van den bladsteel tot den top van het eindblaadje gemiddeld 10 centim. lang waren. Dit laatste had eene lengte van 3,8 centim., bij eene breedte van 3,0 centim., zoodat de bladsteel in het geheel 6,2 centim. lang was.

De geëtioleerde tak, evenzoo in een bloemknop eindigende (die buitengewoon lang en dun was), had vijf kleine rudimentaire blaadjes gevormd, waarvan het grootste foliolum slechts 1,7 centim. lang en 1,0 centim. breed was, doch waarvan de stelen, veel meer opwaarts gericht dan bij de normale plant, eene lengte van 8,5 cent. en daarboven bereikten.

In den groenen bladsteel kwamen dicht bij den top drie vaatbundels voor, nagenoeg even groot op de dwarse doorsnede; in den geëtioleerden bladsteel waren evenzoo drie vaatbundels gevormd, maar, behalve de gewone geringer wandverdikking der verlengde cellen aan allen gemeen, was de middelste vaatbundel op de dwarse doorsnede eenige malen grooter dan de beide zijdelingsche, zoodat de doorsnede van den bladsteel een geheel ander voorkomen had. Op oudere gedeelten van den bladsteel vond ik 5 of soms 6 vaatbundels in beide gevallen, maar steeds was de middelste of centrale vaatbundel bij den geëtioleerden scheut relatief grooter dan de anderen.

Terwijl ik dit feit constateer, weet ik echter geene verklaring van het verschijnsel te geven, of zou ook dit weder een gevolg zijn van de neiging der geëtioleerde organen om opwaarts te groeien? Zou ook hier het negatief geotropisme in het spel zijn, en den groei der centrale deelen bevorderen ten koste der zijdelings geplaatste, evenals wel de asorganen zich verlengen maar niet de bladen? Zou dit verschijnsel vergeleken kunnen worden met het zooeven besproken smaller worden der monocotyle bladen? In dat geval zouden ook de bladstelen èn door vermeerderden lengtegroei, èn door meer verticale richting, èn door achterblijven van de wandverdikking en gebrekkige ontwikkeling van zijdelings geplaatste deelen zich aansluiten aan de stengelorganen.

In de derde plaats komen hier in aanmerking *de bladen der Dicotylen met netsgewijze vertakte aderen*, welke in duisternis in het algemeen klein en onontwikkeld blijven. Hier is het uiterst moeilijk, om eenigermate rekenschap te geven van de verschijnselen, die zich voordoen. Mag men onderstellen, dat hier eene polaire tegenstelling is met de stengelorganen en de opwaarts groeiende bladen? dat het licht, hetwelk overal elders den groei vertraagt, hier juist het tegenovergestelde zal doen en den groei bevorderen? Dit laat zich bezwaarlijk aannemen, en wordt ook onmiddellijk weerlegd door het heliotropismus der bladeren, dat bij verreweg de meesten positief is. Trouwens, dat hebben ook noch KRAUS noch BATALIN beweerd, integendeel BATALIN (l. l. p. 681) bevestigt eene vroegere waarneming van SACHS, dat zeer sterk licht voor den groei van vele bladen na-

deelig is, daar zij onder die omstandigheden kleiner blijven dan bij minder sterk, diffuus licht.

De verklaring wordt dus elders gezocht. KRAUS meent die daarin te vinden, dat de bladen alleen zoover in het duister zouden groeien, als zij noodig hebben, om uit den knoptoestand te geraken. Na dien tijd zijn zij bestemd om zelf door middel van het chlorophyll te assimileeren en zetmeel te vormen. Hij toont de afwezigheid van zetmeel in geëtioleerde bladen aan en besluit nu, dat de laatstgenoemde in den knoptoestand blijven, en zich zelf niet kunnende voeden, alras moeten ophouden te groeien en sterven. Zoo eenvoudig is echter het verschijnsel niet. Niemand ontkent, dat aan in het duister geplaatste bladen het vermogen om te assimileeren ontnomen is, en dat men daarin geen zetmeel aantreft, behalve in de stomacellen en in eene cellenrij om de vaatbundels. Ik heb dit bij mijne proeven ook steeds bevestigd gevonden. Maar hiermede is de zaak niet verklaard. Want vooreerst is de onderstelling niet juist, dat het blad, na verlating van den knoptoestand, geheel zich zelf moet voeden. Hiertegen strijdt de algemeen bekende ervaring, dat bij meest alle bladen, wanneer zij van de plant, die ze voortbracht, gescheiden zijn, het vermogen ontbreekt, om verder te groeien, ook wanneer zij ruimschoots het noodige vocht en anorganisch zoowel als organisch voedsel kunnen ontvangen. Eene opzettelijke proef voor eenige jaren door mij genomen, leert dit ook ten duidelijkste.

In den zomer van 1867 heb ik bij verschillende, krachtig groeiende, in den vollen grond staande planten, nl. bij *Acer Negundo*, *Bignonia Catalpa*, *Robinia Pseudo-Acacia*, *Rhus typhinum*, *Dahlia variabilis*, *Gleditschia triacanthos*, meer of min diepe insnijdingen in den bladsteel (doorgaans tot op het midden van dezen) gemaakt, soms op onderscheiden plaatsen aan dezelfde plant of aan denzelfden algemeenen bladsteel, en vervolgens de aldus gewonde plantendeelen aan de plant aan zich zelve overgelaten.

In den regel groeiden zij door, maar vertoonden merkwaardige afwijkingen, zoo als de thans voor mij liggende, na volledigen wasdom geplukte en gedroogde voorwerpen nog kunnen bewijzen. Naar mate eensdeels de snede dieper, anderendeels

het getroffen blad jonger was geweest, waren uit den aard der zaak de afwijkingen meer in het oog loopend, maar in het algemeen was de uitkomst (ook reeds door DONDERS vroeger verkregen) dezelfde, namelijk deze, dat het blad of het foliolum, hoewel zelf geheel ongeschonden, in zijne ontwikkeling meer of min gestoord wordt, zoodra de toevoer van voedsel door den bladsteel meer of min belemmerd wordt. Één voorbeeld slechts ter toelichting. Een folium pinnatum van *Rhus typhinum*, in zijn geheel lang 18 centim., werd den 21sten Augustus links onder het onderste foliolum en rechts en links onder het derde paar foliola (van onder af gerekend) ingesneden Toen het blad geheel volwassen werd afgeplukt, had het eene totale lengte van 42 centim., en terwijl de 7 bovenste paren van foliola met het eindblaadje zich normaal ontwikkeld hadden, was er afwijking bij de 4 overige paren foliola. Het onderste linker foliolum en het 3e paar foliola, alle drie onmiddellijk boven de gemaakte insnijding gelegen, hadden slechts $^{2}/_{3}$ der normale grootte bereikt. Het 2e linker foliolum, en het 4e paar hadden eene grootte, welke het midden hield tusschen die van het 3e en het 5e jaar, bij welk laatste, dat de normale grootte had, de invloed der insnijding dus niet meer merkbaar was. Daarentegen hadden de twee onderste rechter foliola (vooral het 2e) eene meer dan normale grootte bereikt. Zij waren de grootste van alle blaadjes van het gevinde blad. Hieruit blijkt dus, hoezeer een reeds uit den knoptoestand getreden blad nog voedsel behoeft uit den bladsteel, en in zijne ontwikkeling van de mate daarvan afhankelijk is.

Nu vermeldt wel KRAUS eene proef met een blad van *Vitis vinifera*, dat hij halverwege met bladtin bedekte, en waarbij hij bespeurde, dat het blad alleen in de aan het licht blootgestelde gedeelten zetmeel gevormd en in grootte toegenomen had, zoodat het asymmetrisch geworden was. Doch, zonder in het minst de nauwkeurigheid dier proef (welke mij intusschen niet gelukt is) te betwijfelen, stel ik daartegenover het in den tuinbouw wel bekende feit, dat men op rijpende vruchten, b. v. perziken, verschillende figuren en naamcijfers kan aanbrengen, door ze met gedeeltelijk uitgesneden ondoorschijnende voorwerpen, z. a. dik papier, te bedekken. Hier wordt,

door onttrekking van licht, plaatselijk verbleeking teweeg gebracht evenals bij het blad van *Vitis vinifera*, maar zonder dat de groei daarom ophoudt, want de aldus behandelde vruchten zijn niet scheef of misvormd, gelijk bij onderstelling van plaatselijken stilstand in den groei het gevolg moest zijn.

Om op het blad terug te komen: uit het feit, dat het blad in het licht assimileert en zetmeel vormt, mag men niet afleiden, dat het al zijn voedsel zelf bereiden en op eigen kosten teren kan. Trouwens niet alleen de bovenvermelde proeven, maar de talrijke analysen van bladen van verschillenden leeftijd leeren dit ten duidelijkste. Men behoeft slechts, om van oudere onderzoekingen niet te spreken, de resultaten der analysen van beukenbladen gedurende hun groei, door ZÖLLER uitgevoerd (*Landw. Versuchsst.* VI. 231) en door RISSMÜLLER later bevestigd en uitgebreid (ibid XVII. 17), in te zien, om de overtuiging te verkrijgen, dat het blad gedurende zijn geheele leven stoffen opneemt en verwerkt en stoffen teruggeeft aan de asorganen, zoodat het eigenlijk zelfs niet afgescheiden van de overige deelen der plant gedacht kan worden, indien het zijne levensfunctiën vervullen zal.

In de tweede plaats valt tegen de verklaring van KRAUS in te brengen, dat het geëtioleerde blad een geheel ander voorwerp is dan een blaadje in knoptoestand. Het in het duister ontstane blad is over het algemeen klein, hoewel nog al wat verschillend in omvang bij verschillende planten; maar steeds is het ettelijke malen grooter dan het uit den knop komende blaadje derzelfde species. Zoo men b. v. bij *Fuchsia*, *Pelargonium*, *Phaseolus* beide vergelijkt, zal men daarvan de duilijke bewijzen vinden. Bij *Begonia glabra* bereikte het geëtioleerde blad zelfs eene oppervlakte van 6 à 10 vierkante centimeters.

Ook de plooiing of oprolling in den knoptoestand aanwezig, komt niet meer voor in het verbleekte blad, al doen somwijlen de omgerolde randen van het blad nog aan dien toestand denken.

Geen sprekender bewijs echter van het genoemde verschil dan de anatomische structuur van het geëtioleerde blad. De verschillende weefsels zijn duidelijk gedifferentieerd, veel meer dan bij het blaadje in den knop. Er is ook een grooter aan-

tal cellen in het verbleekte blad, zooals PRANTL (*Arbeiten d. bot. Instituts zu Würzburg* III. p. 384) door opzettelijke metingen bij *Phaseolus vulgaris* heeft uitgemaakt. De verklaring van BATALIN, dat het geëtioleerde blad niet zou groeien, omdat er geene celdeelingen zouden kunnen ontstaan — eene verklaring reeds aanstonds onwaarschijnlijk, omdat er zoovele voorbeelden zijn in het plantenrijk van celdeelingen in het duister (zie boven bl. 167) — is daardoor dus onmiddellijk wederlegd. Vergeleken met de structuur van het groene blad vertoont die van het geëtioleerde echter eenige belangrijke afwijkingen. Behalve de betrekkelijk geringe ontwikkeling der vaatbundels, vindt men vooral het sponsparenchym gewijzigd. Terwijl de opperhuid in beide gevallen goed ontwikkeld is (al moge ook de absolute grootte der opperhuidscellen een weinig verschillen), en evenzoo het palissadenparenchym, hoewel beroofd van chlorophyll, in groei niet is achtergebleven, ziet men in de onderste helft van het blad, in plaats van het welbekende sponsparenchym, een weefsel van dicht aaneensluitende cellen, welke soms ter nauwernood van het palissadenparenchym te onderscheiden zijn. Die cellen hebben zich niet verlengd, noch hebben er splijtingen der aangrenzende wanden plaats gehad, zoodat de luchtholten en luchtkanalen ontbreken. KRAUS, die hierop ook reeds met een woord heeft gewezen (l. l. p. 231), schrijft aan dit achterlijk blijven van het sponsparenchym terecht het verschijnsel toe, dat de randen der geëtioleerde bladen zich gewoonlijk naar achteren krullen. Volgens hem ontwikkelt zich in den normalen staat het sponsparenchym veel vroeger dan het palissadenparenchym, op grond dat, als de blaadjes uit den knop komen, zij aanvankelijk overeind staan met de ondervlakte naar buiten gekeerd, welke dan het eerst onder den invloed van het licht de groene kleurstof en vervolgens zetmeel vormt. Indien dit juist is, en ik vind geen reden om hieraan te twijfelen, dan volgt daaruit echter een nieuw argument tegen de stelling van KRAUS, dat het geëtioleerde blad in de periode van den knoptoestand zou zijn gebleven, want, zoo als ik steeds gevonden heb in overeenstemming met KRAUS, is bij het geëtioleerde blad het palissadenparenchym wel, het sponsparenchym niet ontwikkeld.

Over het algemeen schijnen in het duister vooral die bladen klein te blijven, waarin zich eene duidelijke tegenstelling tusschen de boven- en onderhelft (door de aanwezigheid van het bovengenoemde palissaden- en sponsparenchym) doet zien. Dit geldt van de meeste bladen der dicotylen. Bij monocotylen, waar tusschen boven- en onderhelft geen of weinig verschil bestaat, bereiken zij over het algemeen eene betrekkelijk grooter ontwikkeling. Bij sommige dicotylen, zoocals *Begonia glabra*, welker bladen onder en boven nagenoeg gelijk gebouwd zijn, is hetzelfde het geval. Misschien is het niet al te gewaagd, om bij laatstgenoemde plant te denken aan een overwegenden invloed van de opperhuid. Immers FAMINTZIN heeft onlangs (*Beitrag zur Keimblattlehre im Pflanzenreich, Mémoires de l'Acad. imp. d. sc. de St. Pétersbourg.* VII[e] Sér. XIII. p. 26) aangetoond, dat de groote, waterheldere en chlorophyllvrije cellen, waaruit de hoofdmassa van het blad bestaat, ontstaan zijn door tangentiale deelingen der opperhuidcellen en niet, zooals PFITZER meende, uit de cellenlaag onder de epidermis. Is het nu juist, dat de 1[e] en 6[e] van FAMINTZIN's Initialschichten de genoemde cellen vormen, dan is wellicht de epidermis (welke in den regel in geëtioleerde plantendeelen goed ontwikkeld, met stomata en zelfs met zetmeel voorzien is) bij het Begonia-blad de naaste oorzaak van den betrekkelijk grooten groei in het duister.

Zoo men vraagt, welke de ware oorzaak van het klein blijven der bladen is, moet ik op die vraag vooralsnog het antwoord schuldig blijven, want eene juiste en volledige verklaring van het verschijnsel is mij niet bekend, en ik geloof ook niet, dat zij tegenwoordig gegeven kan worden, omdat de tijd daartoe nog niet gekomen is, of, anders gezegd, omdat nog vele punten te onderzoeken zijn, welke aan zoodanige verklaring moeten voorafgaan, zooals ik boven (bl. 145) in mijne verhandeling nader betoogd heb. Vraagt men echter, in welke richting men vooral te zoeken hebbe met de vermoedelijke kans, om de gewenschte verklaring naderbij te komen, dan is er, geloof ik, wel reeds eenige vingerwijzing te geven. Het geëtioleerde blad is, mijns inziens, een pathologisch verschijnsel ontstaan deels, gelijk reeds door SACHS is opgemerkt, uit het ontbreken der assimilatie, welke tot de normale functiën van

het blad behoort, maar deels ook uit andere oorzaken, die op den groei van invloed zijn. Hierbij is minstens even goed op de chemische als op de physische zijde van het vraagstuk te letten.

De proef van BATALIN, boven bl. 144 vermeld, waarbij hij plantjes 1½ à 3 uren daags in zeer zwak licht bracht en daarop de blaadjes grooter zag worden, verdient hier de aandacht. Dat licht was onvoldoende om chlorophyllkleurstof te vormen, want er was geen spoor van groen worden bij de cotyledonen en stengeltjes waar te nemen; zij waren even bleek als die, welke in het duister gebleven waren Er kan dus ook geen assimilatie onder die omstandigheden plaats gehad hebben. Maar niettegenstaande dit, groeiden de blaadjes dezer gedurende korten tijd aan eenig licht blootgestelde planten veel sneller en langer dan de andere en bereikten dientengevolge veel aanzienlijker grootte. Vermoedelijk zijn hier scheikundige stoffen ontstaan, voor den groei der bladen noodig en voor welker vorming licht een vereischte was, licht echter van zoo geringe intensiteit, dat het niet in staat was om chlorophyll te vormen en dus nog minder om assimilatie te doen plaats hebben.

Dit, stel ik mij voor, is ook de vermoedelijke oorzaak van het te gronde gaan van zoovele kiemplanten in het duister, niettegenstaande de cotyledonen of het albumen nog opgevuld zijn met voedingsstoffen. KRAUS meent, dat in deze gevallen in het duister het vermogen ontbreekt, om uit het aanwezige zetmeel cellulose te vormen. Ik zou het liever in het algemeen aldus uitdrukken, dat een pathologische toestand is ontstaan, omdat sommige chemische processen voor den normalen groei noodig, welke bij toetreding van zwak licht reeds plaats hebben maar toch altijd eenige medewerking van het licht eischen, achterwege gebleven of gewijzigd zijn.

Met die scheikundige wijzigingen door afwezigheid van licht veroorzaakt, zijn wij nog onvolledig bekend. Men weet, dat de groene kleurstof verbleekt en verdwijnt, dat het aanwezige zetmeel vermindert en niet meer op nieuw gevormd wordt, in één woord, dat er geen assimilatie plaats vindt, maar er zijn nog veel meer andere processen, die hier van invloed zijn. Wij zullen dus in de eerste plaats te onderzoeken hebben, welke

in de normale plant aanwezige scheikundige stoffen, in de geëtioleerde van gelijken leeftijd ontbreken of gewijzigd zijn. Misschien komen er ook verbindingen in deze laatste voor, die men in de groene plant niet aantreft. Iedereen weet, dat de verbleekte plantendeelen, welke als voedsel genuttigd worden, andijvie, salade, aspergie, in hardheid niet alleen, maar ook in scherpte en bitterheid van smaak aanzienlijk verschillen van de gelijksoortige groene voorwerpen. Er is dus duidelijk een scheikundig verschil tusschen beide. Maar vergelijkende onderzoekingen omtrent den aard van dit verschil en de hoeveelheid en soort der stoffen in beide gevallen, zijn mij niet bekend.

Daarentegen hebben wij eenige belangrijke gegevens voor de vergelijking der scheikundige veranderingen in kiemende zaden in het duister en in het licht. Vooreerst de schoone onderzoekingen van PFEFFER (PRINGSHEIM, *Jahrb. f. wiss. Bot.* VIII, p. 557) over asparagine. Deze stikstofhoudende stof, reeds in 1805 door VAUQUELIN en ROBIQUET in de gewone aspergiën gevonden, wordt, volgens de eenstemmige getuigenis van verschillende onderzoekers, in onderscheiden zaden, vooral duidelijk in *Lupinus luteus*, bij de kieming gevormd uit de aanwezige eiwitstoffen. Bij deze omzetting, die zoowel in als buiten het licht kan geschieden, wordt zuurstof opgenomen en komen koolstof en waterstof vrij (l. l. p. 555). Wanneer nu de kiemplantjes in het duister blijven, hoopt zich de hoeveelheid asparagine op, zelfs tot 1/4 der drooge stof, volgens SCHULZE en UMLAUFT (*Landw. Versuchst.* XVIII. 1). Daarentegen, wanneer de planten in het licht verkeeren en beginnen te assimileeren, ziet men allengs de asparagine verdwijnen. Deze invloed van het licht, door sommigen betwijfeld maar door BOUSSINGAULT reeds aangeduid en door PFEFFER gehandhaafd *), schijnt hierin te bestaan, dat door de vorming van koolhydraten bij assimilatie de asparagine weder geregenereerd wordt tot eiwitstoffen, welke de grondstof van het protoplasma zullen uitmaken. Bij

---

*) Waarover het bovenaangehaalde onderzoek van PFEFFER p. 557 en volg. en het pas verschenen werk van ROBERT SACHSSE, *Die Chemie und Physiologie der Farbstoffe, Kohlenhydrate und Proteïnsubstanzen*, p. 246—256 na te lezen zijn.

Lupinus en andere zaden, die betrekkelijk weinig koolhydraten bevatten, is echter geen voldoende hoeveelheid aanwezig, om behalve het verlies door ademhaling in het duister, de voor die regeneratie noodige hoeveelheid suiker te leveren. Hierom verdwijnt de asparagine niet.

Alzoo de afwezigheid van licht heeft ten gevolge dat asparagine, welke waarschijnlijk het middel is om aan de nieuwe deelen der normale plant eiwitstoffen te verschaffen, deze rol niet kan vervullen, zoodat ook de vorming van protoplasma belemmerd moet worden.

Als eene andere belangrijke bijdrage noem ik (meer dan noemen kan ik hier niet, om niet al te wijdloopig te worden) het onderzoek van RUDOLF WEBER over de opneming van aschbestanddeelen door gekiemde erwten in verschillend gekleurd licht en in het duister (*Landw. Versuchsst.* XVIII. 18). Deze opneming bleek evenzoo van licht afhankelijk te zijn als de koolzuurontleding in groene planten, en het verschil openbaarde zich niet alleen in de totale hoeveelheid onverbrandbare stoffen, maar vooral ook in den aard van deze. Zoo werd onder invloed der helle, minder breekbare lichtstralen veel meer phosphorzuur opgenomen, geheel in harmonie met de aanzienlijke vorming van proteïnestoffen onder die omstandigheden, en onder invloed der sterker breekbare, donkerblauwe stralen en nog sterker in de duisternis werd daarentegen de opneming van kali en kalk betrekkelijk overwegend. Kali en vooral kalk zijn nu, gelijk door ZÖLLER bekend gemaakte onderzoekingen leeren (*Regensburger Flora*, 1867 p. 509), vooral de anorganische stoffen, welke in betrekking staan tot de vorming van cellulose. Elke celwand bevat daarvan eene zekere hoeveelheid in de asch, en ruime toevoer dezer stoffen bevordert den celgroei, zooals directe proeven met Mäisplanten hebben aangetoond.

Dat het scheikundig proces in de geëtioleerde plant aanzienlijk gewijzigd wordt, heeft verder onlangs E. SCHULZE, in Zürich, ten opzichte van de zwavel bewezen (*Landw. Versuchsst.* XIX. p. 172). Terwijl, zooals bekend is, groene planten het vermogen hebben om zwavelzure zouten te reduceeren ten behoeve der zwavelhoudende eiwitstoffen, vond SCHULZE dat, bij in het duister ontwikkelde planten van *Lupinus luteus* het gehalte

aan zwavelzuur toenam gelijktijdig met de ontleding der proteïnestoffen. De analyse gaf hem op 100 deelen drooge stof:

in het ongekiemde zaad.	0.385	pCt.	zwavelzuur
in de kiemplanten 12 dagen oud .	1.510	"	"
" " " 15 " " .	1.703	"	"

Terwijl alzoo de eiwitstoffen zich omzetten in asparagine onder uittreding van koolstof en waterstof, wordt haar zwavel geoxydeerd tot zwavelzuur.

Een ander feit, dat wellicht tot eenige gevolgtrekking kan aanleiding geven, is het door mij gevonden geheel ontbreken der kristalklieren in de cellen van de geëtioleerde planten van *Polygonum cuspidatum* (zie boven bl. 155), welke kristalklieren daarentegen in de groene plant zoo rijkelijk worden aangetroffen De oxalzure kalk namelijk, waaruit deze kristallen bestaan, is volgens de onderzoekingen van HOLZNER (*Flora*. 1867, p. 497 en 513), van HILGERS (PRINGHEIM's *Jahrb. f. wiss. Bot.* VI, p. 285) en anderen te beschouwen als een afscheidingsproduct, waardoor de voor het leven overvloedige en onnutte kalk in onoplosbaren staat wordt vastgelegd. Die kalk komt vrij bij de ontleding van opgenomen phosphorzuren kalk ten behoeve van het noodige phosphorzuur voor de nieuw zich vormende eiwitstoffen. Het zuringzuur, eene algemeen in de groene planten voorkomende stof, ontstaat vermoedelijk, hetzij bij de reductie van het opgenomen koolzuur, hetzij, volgens sommigen, door splitsing van het geassimileerde plantensap tijdens de vorming van protoplasma. In elk geval, dit zuur treedt vrij algemeen in de onmiddellijke nabijheid van groeiende organen op en de bekende kristallen van oxalas calcicus worden dan ook eerst kleiner, later grooter in tamelijk jeugdige plantendeelen aangetroffen.

Hun geheel ontbreken in de geëtioleerde plant wijst alzoo 1°. op gestoorde opneming of reductie van phosphorzuren kalk, geheel in harmonie met de bovengenoemde proeven van WEBER en met de uitkomsten van PFEFFER, dat in het duister asparagine niet tot eiwitstof geregenereerd wordt; 2°. al naar mate men de eene of de andere voorstelling aangaande de vorming

van zuringzuur aankleeft, òf op het ontbreken der assimilatie door reductie van koolzuur van elders bekend, òf op eene verandering in samenstelling van het geassimileerde sap, tengevolge van gewijzigde chemische processen.

Eindelijk, ten opzichte van looizuur heb ik voor een ander onderzoek zeer nauwkeurig de punten van overeenkomst en verschil tusschen gelijksoortige geëtioleerde en groene planten nagegaan. Het looizuur, dat bij de kieming ontstaat (in het ongekiemde zaad ontbreekt het), vindt men in den regel zoowel in verbleekte als in groene planten. Voor zijne vorming schijnt dus het licht niet noodig te zijn, maar toch vindt men wel eenig verschil ook in dit opzicht tusschen al of niet aan den prikkel van het licht blootgestelde planten. Over het algemeen is in geëtioleerde organen de hoeveelheid geringer, de verspreiding minder regelmatig en de reactie, vooral met dubbel chroomzure kali, eenigszins anders. Zoo bevat het groene blad van *Polygonum bistorta* looizuur in de meeste parenchymcellen en in de elementen van den vaatbundel, het geëtioleerde blad alleen in den vaatbundel. Zoo vond ik bij den geëtioleerden tak van *Rosa centifolia* het aantal looizuurhoudende cellen der schors veel geringer dan bij den groenen, en bovendien het looizuur gedeeltelijk in anderen vorm voorkomende. Evenzoo was het bij *Vicia Faba.*

Naardien men ten opzichte der wording en functie van het looizuur in de plant nog nagenoeg geheel in het onzeker verkeert, laten zich uit de genoemde verschillen voor het oogenblik nog geen gevolgtrekkingen afleiden voor de vraag, die ons bezig houdt, maar het feit, dat het looizuur, hetwelk zoo algemeen in de onmiddellijke nabijheid van groeiende of krachtig levende organen voorkomt, bij zijne vorming onafhankelijk van het licht schijnt te zijn, of althans hierdoor slechts in geringe mate (misschien secundair) wordt gewijzigd, verdient vermelding.

De bovengenoemde feiten, al doen zij hier of daar eenig verband zien, zijn echter bij lange na niet voldoende om eenige verklaring te geven van de verschijnselen van het etiolement. Zij zijn niet meer dan bouwsteenen, voor het oogenblik los en

ongeordend naast elkander liggende, maar die later hunne plaats zullen vinden en gebruikt worden, wanneer er materiaal genoeg is aangevoerd en de bouwmeester gekomen is om het gebouw op te trekken.

Ik heb mij dan ook niet voorgesteld, zoo als reeds in den aanhef is gezegd, om het vraagstuk tot oplossing te brengen, maar om de voorstellingen aangaande de oorzaken van de veranderingen, door onttrekking van het licht in de planten ontstaan, te zuiveren, de leemten onzer kennis aan te toonen en te wijzen op de richting, waarin men naar mijn inzien te zoeken heeft, om eenig nader licht over het voor ons nog duistere proces te doen opgaan.

Vatten wij kortelijk de uitkomsten samen, waartoe dit onderzoek geleid heeft, dan komt dit hierop neder:

1°. De voorstelling van KRAUS, volgens welke de buitengewone verlenging der stengels in het duister een gevolg is van bovenmatigen groei van het merg, gepaard met gebrekkige ontwikkeling en geringe wandverdikking der elementen van den vaatbundel, is juist, wat het laatste gedeelte betreft. Bij *Rosa*, *Phaseolus*, *Fuchsia*, *Impatiens*, *Vicia*, *Polygonum*, *Tradescantia*, *Fritillaria* heb ik dit door opzettelijke cultuur en talrijke vergelijkende metingen bewezen.

Het anatomisch verschil tusschen groene en geëtioleerde stengels vertoont zich vooral in geringe verdikking der wanden van epidermis en van hout- en bastcellen der laatstgenoemde, in aantal en radiale afmeting der vaatbundels en hunner elementen, in het ontbreken der vaatbundelscheede bij monocotylen, en daartegenover in de groote ontwikkeling van het merg.

2°. Ten onrechte schrijft KRAUS het dunwandig blijven van epidermis en collenchym toe aan de afwezigheid van chlorophyll-kleurstof, want ook de mergcellen zijn dikwijls dunwandig, hoewel zij geene groene kleurstof bezitten, en evenmin rijmt daarmede, dat de parenchymcellen der schors en de epidermis meermalen eene buitengewone grootte bereiken.

3°. De bovenmatige verlenging van den stengel in het duister is niet, gelijk KRAUS wil, uitsluitend aan den overwegen-

den invloed van het merg toe te schrijven, maar de actieve werking in deze moet aan het geheele grondweefsel (schors zoowel als merg) toegekend worden, want

a. vertoonen ook holle stengels die buitengewone verlenging (*Polygonum*, *Phaseolus*, *Impatiens*);

b. is dikwijls ook de schors bovenmatig verlengd bij aanwezigheid van het merg (*Fuchsia*).

4o. De krachtiger groei van het grondweefsel, vooral van het merg, kan ook eene buitengewone vergrooting loodrecht op de as der plant (eene vermeerderde dikte van den stengel) teweeg brengen, waar de lengtegroei minder sterk schijnt te zijn (*Fuchsia*, *Tradescantia*).

5°. De door FAMINTZIN vermeende afhankelijkheid der lengte van stengel en wortel van elkander is niet gerechtvaardigd. Zij is alleen voor de hypocotyle as en den primairen wortel gevonden in de eerste dagen der kieming, wanneer beide moeten putten uit denzelfden beperkten voorraad en dus met elkander deelen moeten. Zoodra de assimilatie begint, houdt die betrekking op.

6°. De loodrechte stand der geëtioleerde stengels is een gevolg van het ontbreken van één der factoren, die de richting der groeiende plantendeelen bepalen, namelijk van het heliotropismus. Planten, die groeien in lichtstralen van geringe breekbaarheid, welke de buigende kracht missen, nemen dezelfde richting aan, ook al blijven zij groen (*Impatiens*).

7°. De afwijkingen van den stengel in het duister zijn alzoo te beschouwen als een gevolg van negatief geotropismus, niet gehinderd of gewijzigd door heliotropismus en bevorderd door geringe verdikking der celwanden.

Want:

a. groei, d. i. celdeeling en celvergrooting, is niet aan de aanwezigheid van licht gebonden, maar geschiedt integendeel dikwijls bij voorkeur in het duister.

b. negatief geotropismus doet den groeienden stengel zich opwaarts verlengen.

c. heliotropismus vertraagt den groei, omdat de buiging een gevolg is van geringeren lengtegroei aan de naar het licht gekeerde zijde.

d. de geringe verdikking der celwanden van den vaatbundel stelt aan de verlenging der groeiende parenchymcellen door negatief geotropismus geen hinderpaal in den weg.

8°. De oorzaak van de verschillende mate van buitengewonen lengtegroei in het duister bij stengels van verschillende planten is vermoedelijk te zoeken in de verschillende grootte van den turgor der cellen en van het spanningsverschil der weefsels.

9°. De ware oorzaak van het achterlijk blijven der elementen van den vaatbundel en van de geringe wandverdikking bij geëtioleerde plantenstengels blijft nog onbekend.

10°. De veranderingen der bladen van *Gramineën* en andere planten, welke in het duister langer en smaller worden, zijn zoowel door gebrekkige ontwikkeling der vaatbundels als door opwaartschen groei met die der stengels te vergelijken.

11°. Hetzelfde geldt, vermoedelijk om gelijke reden, van de bladstelen van vele planten, zoo als door mij voor *Primula, Pelargonium, Polygonum, Rosa* aangetoond is.

12°. De verklaring door KRAUS en die door BATALIN gegeven van het klein blijven der meeste dicotyle bladen in het duister zijn beide onvoldoende. De laatstgenoemde is weerlegd door de uitkomsten der directe metingen van PRANTL. De onhoudbaarheid der verklaring van KRAUS volgt uit de drie onderstaande stellingen.

13°. De bladen zijn niet in staat, om, uit den knop gekomen, steeds zich zelf geheel te blijven voeden door eigen assimilatie. Hiertegen strijden

a. de uitkomsten, door mij verkregen bij insnijdingen in den bladsteel van gevinde bladen,

b. die der talrijke analysen van bladen derzelfde plant op verschillenden leeftijd.

14°. Geëtioleerde bladen zijn niet gelijk te stellen met blaadjes uit den knoptoestand uittredende, zoo als KRAUS wil. Zij zijn grooter, de weefsels zijn meer gedifferentieerd.

15°. Anatomisch wijken geëtioleerde bladen af van even groote groene bladen, behalve door de afwezigheid van groene kleurstof en zetmeel (met uitzondering der stomacellen, welke steeds eene ruime hoeveelheid zetmeel bevatten), door geringe

verdikking van de elementen van den vaatbundel en vooral door het niet uitgegroeid zijn van het sponsparenchym.

16°. Vooral die bladen schijnen in het duister klein te blijven, welke eene duidelijke tegenstelling tusschen boven- en ondervlakte, tusschen palissadenparenchym en sponsparenchym vertoonen.

17°. De volledige verklaring van dit klein blijven is nog niet te geven. Het geëtioleerd blad is een pathologisch verschijnsel, ontstaan deels uit het ontbreken der assimilatie, deels uit andere zoowel chemische als physische werkingen, die op den groei van invloed zijn.

18°. De vermoedelijke oorzaak, waarom nog met voedingsstoffen opgevulde cotyledonen van vele kiemplanten in het duister te gronde gaan, schijnt gezocht te moeten worden in het ontbreken van voor den groei noodige chemische processen, welke, gelijk de proef van BATALIN leert, in zeer zwak licht plaats hebben waarbij nog geen assimilatie mogelijk is.

19°. Vergelijkend scheikundig en physiologisch onderzoek van geëtioleerde en groene planten zal in de eerste plaats noodig zijn, om de verschijnselen van het etiolement op te helderen.

20°. Bouwstoffen hiervoor kunnen zijn de uitkomsten van PFEFFER over vorming van asparagine en regeneratie van eiwitstoffen, van R. WEBER over opneming van phosphorzuur en kalk, van SCHULZE over vorming van zwavelzuur, van mij over het voorkomen van kristallen van zuringzuren kalk en van looizuur in geëtioleerde en in groene planten.

Utrecht, November 1876.

VERKLARING DER FIGUREN.

Fig. 1. Dwarse doorsnede van een groenen, normalen tak van *Rosa centifolia*. *v.* de vaatbundelring.

Fig. 2. Dwarse doorsnede van een geëtioleerden tak van *Rosa centifolia* van gelijken ouderdom als de bovengenoemde. *v.* de vaatbundelring.

Fig. 3. Dwarse doorsnede van een groenen normalen tak van *Fuchsia globosa.*

Fig. 4. Dwarse doorsnede van een even ouden geëtioleerden tak van *Fuchsia globosa.*

Fig. 5. Een klein gedeelte van fig. 3, van den omtrek tot aan het merg sterker vergroot, *a.* verkurkte opperhuid en buitenste schorscellen, *b.* kurklaag, *c.* phloëm of secundaire schorslaag, *d.* cambium, *e.* xylem of houtlichaam van den vaatbundel, *f.* mergkoker, *g.* merg.

Fig. 6. Een klein gedeelte van fig. 4 bij dezelfde vergrooting gezien als fig. 5, de letters hebben dezelfde beteekenis als in fig. 5.

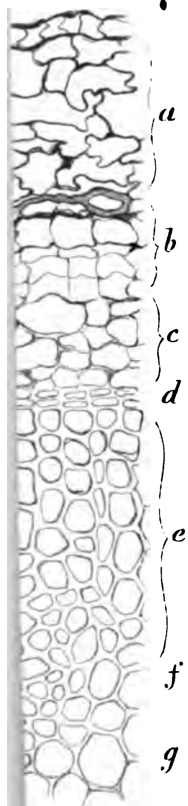
Fig. 7. Dwarse doorsnede van de basis van den kiemstengel van *Vicia Faba L.* met aanduiding der vaatbundels. De binnenste kring duidt het holle gedeelte van den stengel aan.

Fig. 8. Dwarse doorsnede van den voet van een even dikken geëtioleerden kiemstengel van *Vicia Faba*, die nog niet hol is.

Fig. 9. Dwarse doorsnede van een vaatbundel van den volwassen groenen stengel van *Polygonum cuspidatum*; *a.* opperhuid, *b.* collenchym, *c.* schorsparenchym met kristalklieren, *d.* verdikte bastvezelen en enkele steencellen tot een vaste samenhangende massa vereenigd, *e.* zeefvaten en parenchymcellen van het phloëm, *f.* cambium, *g.* houtcellen, *h.* vaten, *i.* mergcellen.

Fig. 10. Dwarse doorsnede van een vaatbundel van een volwassen geëtioleerden stengel van *Polygonum cuspidatum.* Beteekenis der letters als in de vorige figuur.

Pl. I.



NOTE

SUR LE

POUVOIR ROTATOIRE DE LA GLUCOSE,

CONTENUE

DANS LES SUCRES BRUTS.

PAR

J. W. GUNNING.

Dans ma brochure: „La saccharimétrie et l'impôt sur le sucre"*), publiée par le Gouvernement hollandais, au chapitre qui traite de l'analyse optique des sucres, j'avais admis que la glucose des sucres bruts exotiques est égale, quant au pouvoir rotatoire, au sucre dit inverti, c'est à dire je lui ai attribué une rotation de 0,38 fois celle d'une quantité égale de saccharose, et en sens inverse.

M.M. GIRARD et LABORDE ont publié dans les *Comptes rendus* T. 82, p. 214 des recherches qui tendent à prouver que j'ai eu tort en faisant cette supposition. Mes honorables collègues se croient autorisés par les résultats que leur a fournis l'analyse de plusieurs sucres bruts exotiques, de mélasses de fabrique et de raffinage, à attribuer à la glucose, que ces matières sucrées contenaient, une rotation soit entièrement nulle, soit tout à fait insignifiante.

De même M. MUNTZ arrive à la conclusion (*Comptes rendus* T. 82, p. 210), que la glucose des sucres exotiques diffère du sucre inverti. Les résultats numériques communiqués par cet auteur ne s'accordent pas cependant tout à fait avec ceux de M.M. GIRARD et LABORDE. En effet M. MUNTZ ne trouve

*) Amsterdam, van der Post, 1875.

non seulement des glucoses à peu près inactives, mais il rencontre même des glucoses dont le pouvoir rotatoire surpasse de beaucoup celui du sucre inverti.

Devant ces recherches je demande la permission de défendre la manière de faire que j'ai suivie ou du moins d'en donner l'explication.

D'abord j'ai été conduit à admettre l'identité de la glucose des bruts et du sucre inverti par cette considération: les sucres bruts exotiques, dont il est uniquement question ici, ont une réaction acide au papier tournesol, ils entrent facilement en fermentation et pullulent même souvent d'organismes microscopiques. Or il est généralement admis que sous ces circonstances la saccharose ne subit d'autre changement que la transformation en sucre inverti. En second lieu je me suis fondé sur des données expérimentales, que mon ami et collaborateur, M. L. SERRURIER, a publiées (*Maandblad voor Natuurwetenschappen* II, 1871, p. 33).

Voici ces données:

Num. d'ordre.	Saccharose et glucose determinées au moyen de la liqueur cuprique.	Saccharose déduite de la polarisation	Glucose déterminée au moyen de la liquur cuprique.
	a	*b*	*c*
1	951,6	942,9	10,5
2	904,8	894,2	22,2
3	736,4	732,2	8,2
4	721,0	706,3	35,4
5	689,2	670,7	61,5
6	592,9	550,8	121,1
7	520,0	453,6	184,9

grammes par kilogramme.

Ce sont des détails d'analyses de sirops et de mélasses, provenant d'une des raffineries d'Amsterdam, qui travaillait alors un mélange de sucre de betterave et de Java. On se procura de ces matières sucrées des solutions convenablement diluées et décolorées à l'aide du sous-acétate de plomb; une partie de la solution fut polarisée, une autre servit à déterminer la glucose

par titration directe, une troisième servit à déterminer la saccharose et la glucose réunies par la titration, après inversion au moyen de l'acide oxalique.

En divisant *a—b* par *c* on obtient la quantité de saccharose dont la rotation est anéantie par celle de 100 parties de la glucose présente:

N°.	*d*
1	82,8
2	47,7
3	50,7
4	41,5
5	30,1
6	34,7
7	35,9.

Il est généralement reconnu, que la détermination de la glucose laisse quelque incertitude. Il y a donc lieu de se demander quelle influence cette incertitude peut exercer sur les valeurs de *d*.

Pour en juger, calculons les valeurs de *d* pour des cas extrêmes, en supposant que la détermination de la glucose eut donné des résultats différents de — 1 et de + 1 pourcent de la valeur trouvée:

N°.	— 1 pCt.	valeur trouvée.	+ 1 pCt.
1	— 7,6	82,8	173,3
2	7,2	47,7	88,3
3	—39,0	50,7	141,6
4	2,1	41,5	61,6
5	18,9	30,1	41,3
6	29,9	34,7	39,6
7	33,2	35,9	38,6.

Il ressort de ces chiffres que, dans la supposition susdite, les sucres, qui contenaient peu de glucose, donneraient des valeurs extrêmement discordantes pour la rotation de la glucose, mais que pour les sucres riches en glucose, cette valeur n'est pas sensiblement influencée par l'incertitude du dosage. Si la glucose, comme le veulent MM. GIRARD et LABORDE,

possédait un pouvoir rotatoire nul ou presque nul, il faudrait admettre que le dosage de la glucose comporte des fautes de 11 pourcent, ce qui est une supposition complètement inadmissible.

Après la critique des chimistes français, M. SERRURIER sur ma demande a eu la bonté de répéter ces analyses dans mon laboratoire avec d'autres échantillons de sirop et de mélasse. Voici les résultats obtenus sous mes yeux:

N°.	a	b	c	d
8	497,65	453,60	178,56	24,7
9	718.43	699,84	56,22	32,2
10	613,63	557,28	114,54	49,2
11	524,57	460,08	172,56	31,5
12	616,29	567,00	101,22	48,7
13	731,91	719,28	36,93	34,2
14	673,36	544,00	353,20	36,6
15	518,69	400,00	593,29	25,6

Les N°s. 8—14 représentent encore des sirops provenant d'une raffinerie qui travaille du Java et du betterave, le N°. 15 une mélasse épuisée, provenant du raffinage de sucres exotiques sans mélange de betterave.

En vue de ces résultats je me crois autorisé à douter de l'inactivité optique prétendue de cette glucose et à continuer dans la saccharimétrie l'usage du coefficient proposé pour corriger la polarisation.

Amsterdam, Décembre 1876.

ONDERZOEK

NAAR DEN

OORSPRONG VAN DE KOOLSTOF DER PLANTEN,

DOOR

Dr. J. W. MOLL.

In den afgeloopen zomer was ik in de gelegenheid in het Laboratorium van den Hoogleeraar J. SACHS, te Würzburg eene experimenteele onderzoeking over bovengenoemd onderwerp ten uitvoer te brengen.

Naar ik hoop, zal de uitvoerige beschrijving mijner proeven en daaruit afgeleide gevolgtrekkingen binnen kort het licht zien in het tijdschrift getiteld: »Landwirthschaftliche Jahrbücher herausgegeben von Nathusius und Thiel." Aldaar zal ook de literatuur, die tot mijn onderwerp in betrekking staat, uitvoerig besproken worden. Hier wensch ik slechts kortelijk de voornaamste uitkomsten van mijn onderzoek mede te deelen en een overzicht te geven van de experimenten, die mij tot die uitkomsten geleid hebben.

Zooals algemeen bekend is, ontleent de groene plant hare koolstof aan het haar omringende koolzuur, en wordt dit laatste in de groene deelen, in het bijzonder de bladeren, onder den invloed van het licht, ontleed. Daarbij wordt zuurstof door de plant uitgestooten, de koolstof daarentegen in hare deelen vastgelegd.

Het is nu echter de vraag, waar de plant het voor hare ontwikkeling noodige koolzuur opneemt. Kan de betrekkelijk kleine hoeveelheid van dit gas, die zich steeds in de atmospheer

bevindt, onmiddellijk door de bladeren worden opgenomen en verwerkt?

Of nemen misschien de wortels het koolzuur op, dat zich, in soms niet onbelangrijke hoeveelheden in den bodem bevindt, en wordt dit door den stengel naar de bladeren gevoerd, om daar ontleed te worden?

Het is duidelijk, dat een derde bron van koolzuur voor landplanten niet bestaan kan; a priori is het echter geenszins onmogelijk, dat èn de lucht, èn de bodem op bovengenoemde wijze elk een deel leveren van de koolstof, die de plant noodig heeft.

Zien we in de eerste plaats om naar eene beantwoording der vraag, of de plant onmiddellijk koolzuur aan de dampkringslucht ontneemt.

Langs experimenteelen weg is dit door meer dan één onderzoeker in bevestigenden zin geschied. Ik noem hier slechts den naam van BOUSSINGAULT, wiens proeven later door VOGEL en WITTWER en vervolgens door RAUWENHOFF met hetzelfde gevolg herhaald werden Tegelijkertijd met de laatsten leverde HARTING langs een anderen weg hetzelfde bewijs.

Bovendien zijn er eenige algemeen bekende feiten, die aan de uitkomsten dezer natuurkundigen een krachtigen steun verleenen.

In de eerste plaats is het zeker, dat de aanwezigheid van plantengroei den bodem rijker aan koolstof maakt. Men denke slechts aan de zwarte, humusrijke, bovenste laag van elken zandbodem, die, aan zich zelf overgelaten, eenigen tijd met mos- of heideplanten begroeid is geweest. Onze duinen en heidevelden leveren er de schoonste voorbeelden van. De planten hebben die koolstof aan de atmospheer moeten onttrekken, daar de bodem oorspronkelijk daarvan verstoken was.

Een ander bewijs leveren ons de zoogenaamde waterculturen. Eene plant met de wortels in zuiver water, waarin slechts eenige weinige (niet koolzure) zouten zijn opgelost, kan eene aanmerkelijke hoeveelheid koolstof in haar weefsel vastleggen, ja ongeveer even veel als eene dergelijke plant, onder dezelfde omstandigheden, maar in een koolzuurrijken bodem geworteld.

Er is dan ook niemand, die er aan twijfelt, dat een groot gedeelte van de koolstof der planten onmiddellijk door de bla-

deren uit de omgevende dampkringslucht wordt opgenomen. De lucht moet dus als een ruime bron van koolstof voor de plant beschouwd worden. Het lijdt geen twijfel, of het koolzuur des dampkrings alleen is volkomen voldoende, om de plant hare normale ontwikkeling in alle opzichten te doen bereiken.

Maar daarmede is de mogelijkheid niet uitgesloten, dat de plant met hare wortels ook eenig koolzuur uit den bodem opneemt en dit in hare bladeren ontleedt. In het bijzonder laat het zich zeer goed denken, dat de verwerking van het koolzuur des bodems aanleiding kan geven tot het vastleggen van eene grootere hoeveelheid koolstof in de plant, dan wanneer deze haar koolzuur uitsluitend aan de lucht ontleent. Op die wijze zou het koolzuurgehalte des bodems mede kunnen werken tot eene vermeerderde productie van vaste stof en een krachtiger groei, en daardoor in den landbouw eene zaak van niet gering gewicht mogen heeten.

Wanneer we trachten de waarde dezer veronderstelling nader te toetsen aan hetgeen ons reeds omtrent het leven der plant bekend is, stuiten we al dadelijk op een bezwaar. Er zijn namelijk eenige zaken, die er op wijzen, dat de wortels waarschijnlijk niet veel, ja misschien in 't geheel geen koolzuur uit den bodem opnemen kunnen. Ik noem hier slechts het feit, dat de wortels voortdurend de hen omgevende zuurstof inademen en daarvoor koolzuur afgeven. Derhalve zal de wortel voortdurend koolzuur bevatten, en dat misschien in zoo groote hoeveelheid, dat eene diffusie van uit den bodem onmogelijk gemaakt wordt. Ik herinner hieraan om te bewijzen, dat het opnemen van koolzuur door de wortels geenszins als een noodzakelijk gevolg van het koolzuurgehalte des bodems beschouwd mag worden.

Maar toch is eene dergelijke opneming geenszins onmogelijk. Wanneer namelijk de bodem zeer rijk aan koolzuur is, kan een deel daarvan misschien de wortels toch binnendringen.

In zulke omstandigheden nu verkeeren de meeste onzer cultuurplanten. BOUSSINGAULT vond, dat de lucht in eene vruchtbare akkeraarde zelfs 9 pCt. koolzuur kan bevatten, d. i. ongeveer 180 maal meer dan de atmospheer. Dit heeft zijn

ontstaan voornamelijk aan de aanwezigheid van organische meststoffen te danken.

Het vermoeden lag dus voor de hand, dat bemesting met humusrijke stoffen ook daardoor voordeelig is voor de planten, dat zij aan de wortels een ruime bron van koolzuur levert.

Zooals te verwachten is heeft deze voorstelling onder de natuurkundigen hare aanhangers gevonden. Onder deze noem ik LIEBIG en UNGER. BOUSSINGAULT daarentegen was van meening, dat de plant al haar koolstof uit de lucht put.

Geen enkel onderzoeker heeft zich echter, tot nu toe, ernstig met de experimenteele oplossing van dit vraagstuk beziggehouden en toch mag het voor onze kennis van de levensverschijnselen der plant zeer gewichtig genoemd worden.

Het was dus in de eerste plaats noodzakelijk eenige feiten vast te stellen, die tot grondslag voor verdere onderzoekingen dienen kunnen. Ik heb getracht dit doel te bereiken en deel in de volgende bladzijden de uitkomsten mede, die ik verkreeg.

Het valt onmiddellijk in het oog, dat de eerste en gewichtigste vraag, die hier opgelost moet worden deze is: Kunnen de bladeren het koolzuur, dat aan den wortel wordt toegevoegd, ontleden?

Slechts langs dezen weg is eene zekere oplossing te verwachten; dit is de vraag waarop voorloopig alles aankomt en wier beantwoording voor de verdere studie der koolzuurkwestie volstrekt noodzakelijk is.

Naar we zien zullen, is het antwoord geheel en al in ontkennenden zin uitgevallen.

Zooals men weet, werd voor eenige jaren door SACHS de gewichtige ontdekking gedaan, dat het zetmeel in de chlorophyllkorrels als het eerste zichtbare produkt der koolzuurontleding beschouwd moet worden. De kennis van dit feit is niet alleen voor de geheele plantenphysiologie van het hoogste gewicht, maar maakt ook eene onderzoeking als die welke ik mij voorstelde, in vele opzichten beter uitvoerbaar, dan vroeger het geval was. Daardoor werd mij namelijk eene methode aan de hand gedaan, die tot de beantwoording onzer vraag kon leiden. Deze behoefde nu slechts aldus gesteld te worden: Kunnen de bla-

deren zetmeel vormen ten koste van het koolzuur, dat de wortel ter zijner beschikking heeft.

Om bij dit onderzoek het doel niet te missen, moeten we nu in de eerste plaats ons duidelijk voor oogen stellen, onder welke omstandigheden de bladeren eener plant zich in de natuur bevinden. Naar men weet, bevat de atmospheer eene zekere hoeveelheid koolzuur (ongeveer $^1/_{10}$ pCt.), die dit eigenaardige heeft, dat zij binnen enge grenzen steeds dezelfde blijft. Zonder de oorzaken van dit verschijnsel te bespreken, stel ik dus op den voorgrond, dat de lucht een constant koolzuurgehalte bezit.

Daaruit volgt dadelijk, dat de bladeren, die bij ons onderzoek op zetmeelvorming onderzocht moeten worden, in genoemd opzicht onder dezelfde omstandigheden gebracht behooren te worden.

Dit doel is langs twee wegen gemakkelijk te bereiken. Vooreerst kan men de bladeren in de vrije lucht waarnemen. Ten tweede kan men ze in eene door kaliloog voortdurend koolzuurvrij gehouden lucht brengen, waarin dus het constante koolzuurgehalte gelijk nul is. Geenszins echter zal het geoorloofd zijn ze in eene beperkte hoeveelheid lucht zonder kali te brengen. Het koolzuurgehalte van zoodanige lucht zal namelijk door de aanwezigheid van het blad zelf aan allerlei wisselingen zijn blootgesteld.

Als van zelf komen we nu tot eene eerste en eenvoudige proef. Men brengt een met de bewortelde plant verbonden, zetmeelvrij blad in eene met lucht gevulde ruimte, waarin tevens kaliloog aanwezig is, terwijl de wortel buiten die ruimte zich in humusrijke aarde bevindt (Reeks I).

Het is nu de vraag, of het blad, onder die omstandigheden, aan het licht gebracht, zetmeel vormen zal.

De op deze wijze genomen proeven hebben mij zonder uitzondering geleerd, dat in de koolzuurvrije ruimte nooit zetmeelvorming plaats vindt.

Verder scheen het mij nu wenschelijk mijne onderzoekingen eenigszins uit te breiden, om daardoor aan mijne resultaten eene meer algemeene beteekenis te geven. Daarom besloot ik te onderzoeken, of het koolzuur, dat men in het algemeen aan eenig plantendeel toevoegt, hetzij dan aan den wortel, aan

den stengel of aan een gedeelte van een blad, tot zetmeelvorming gebruikt kan worden in een blad of bladstuk, dat met het eerstgenoemde deel organisch verbonden blijft.

Ook hier kan men door eenvoudige proeven de zaak tot klaarheid brengen. Weder is het voldoende, bijv. den top van een blad in eene afgesloten ruimte te brengen, waarin de lucht door kali koolzuurvrij gehouden wordt Daarbij behoeft men dan slechts de basis van hetzelfde blad, met of zonder bladsteel en stengel, in lucht te doen verwijlen, die kunstmatig rijkelijk van koolzuur voorzien is (in mijne proeven ongeveer 5 pCt.). Was het blad zetmeelvrij, dan zal ook thans de vraag weder deze zijn: Kan de top zetmeel vormen, ten koste van het koolzuur, dat de basis en de bladsteel of stengel ter beschikking hebben?

Van deze proeven, heb ik twee in inrichting eenigszins verschillende reeksen genomen (reeks II en III). Zij voerden in verband met de voorgaande eenstemmig tot het besluit, dat in eene koolzuurvrije ruimte een blad of bladstuk nooit zetmeel vormen kan, ten koste van het koolzuur dat aan eenig ander deel derzelfde plant in ruime mate is toegevoegd.

Maar dit was mij niet genoeg. Zonder twijfel was langs dezen weg bewezen, dat er onder de genoemde omstandigheden in een blad slechts uiterst weinig, of beter onzichtbaar weinig zetmeel ontstaan kan. Maar toch was het mogelijk, dat er zich zeer geringe hoeveelheden gevormd hadden, die door eene eenvoudige reactie niet aan het licht kwamen, maar langs een omweg misschien zichtbaar gemaakt konden worden.

Wanneer een zetmeelvrij blad in de vrije lucht aan het zonlicht wordt blootgesteld en men van tijd tot tijd stukjes daarvan op hun zetmeelgehalte onderzoekt, dan zal men na eenig tijdsverloop eene kleine hoeveelheid van deze stof daarin aan gaan treffen, die zich langzamerhand vermeerdert. Nu was het mogelijk, dat dit zetmeel zich eerder zou vertoonen, wanneer een met het onderzochte blad of bladstuk samenhangend plantendeel bovendien nog in eene lucht vertoefde, veel rijker aan koolzuur dan de gewone dampkringslucht.

Wel zagen we, dat dit koolzuur niet in staat is, om elders eene op zich zelf zichtbare hoeveelheid zetmeel te doen ontstaan.

Maar toch zou er misschien genoeg gevormd kunnen worden, om met het in gewone lucht zich vormende zetmeel te zamen reeds na korteren tijd eene zichtbare reactie te veroorzaken, dan anders het geval is.

Deze hypothese toetste ik op de volgende wijze aan het experiment (reeks IV). Een afgesneden en zetmeelvrij blad werd langs de middelnerf gehalveerd De eene helft werd geheel in de vrije lucht aan het zonlicht blootgesteld. De andere helft, waarmede de steel in verbinding gelaten was, werd met haar basis in eene ruimte gebracht, waarin de lucht 5 pCt. koolzuur bevatte. De top dezer bladhelft bevond zich daarentegen eveneens in de vrije lucht. Na $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, enz. uur werden de toppen van beide helften op zetmeel onderzocht.

Het was nu de vraag of er ooit in den top der bladhelft, wier basis in koolzuurrijke lucht vertoefde, zich zetmeel zou beginnen te vertoonen, wanneer de andere helft daarvan nog geheel verstoken was.

Het antwoord luidde ook hier weder zonder uitzondering ontkennend; in beide bladhelften verscheen het zetmeel gelijktijdig en vermeerderde zich ook op volkomen gelijke wijze.

Het aan eenig plantendeel overvloedig toegevoegde koolzuur kan derhalve de zetmeelvorming van een aangrenzend blad of bladgedeelte in de vrije lucht nooit versnellen, evenmin als het op zich zelf daarin zetmeel kan doen te voorschijn komen.

Ten slotte scheen het mij niet van belang ontbloot, deze laatste uitkomst nog afzonderlijk voor den wortel te bevestigen.

Daartoe werd een gedeelte van een zetmeelvrij blad afgesneden. Het andere deel bleef verbonden met de in humusrijke aarde wortelende plant. Beide deelen werden weder aan het licht blootgesteld en af en toe stukjes op zetmeel onderzocht.

Zooals te verwachten was, vertoonde zich ook nu de reactie nooit in het met den wortel samenhangende bladdeel, vóór dat dit in het afgesneden gedeelte het geval was. In beiden ontstond en vermeerderde het zetmeel zich gelijktijdig.

Uit het voorgaande blijkt, dat men niet langer het recht heeft in den bodem een bron van koolzuur te zien, die dit gas door de wortels naar de bladeren zendt om daar ontleed te

worden. We kunnen dus de vraag, die ik mij ter beantwoording stelde, als opgelost beschouwen.

De taak van verdere onderzoekingen zal het zijn, de hier gevonden feiten nader te verklaren.

Daarbij zal het dan in de eerste plaats van gewicht zijn, na te gaan of de wortels al of niet in staat zijn koolzuur uit een daaraan rijken bodem op te nemen.

Eindelijk wil ik in korte trekken een overzicht geven van de inrichting der proeven, die ik genomen heb, en wier strekking ik hierboven beschreef.

Zij vormen vijf verschillende reeksen, die ik elk afzonderlijk met enkele woorden beschrijven wil. Steeds werd het zetmeel op de gewone wijze aangetoond, namelijk door middel van jodium na inwerking van kali en azijnzuur.

REEKS I.

Tot deze proeven dienden schoteltjes, die van een rand voorzien waren en in het midden een opening bezaten, eveneens door een opstaanden rand omgeven. Door deze opening werd een blad gevoerd, dat verbonden bleef aan de plant, die in humusrijke tuinaarde in een pot wortelde. De bladsteel of stengel werd in de opening luchtdicht bevestigd. In het schoteltje werd kaliloog gegoten en dan een glazen klok over het blad heengezet. De aldus afgesloten lucht stond door een buis, gevuld met in kali gedrenkten puimsteen, met de buitenlucht in verbinding. Het blad bevond zich dus in eene koolzuurvrije ruimte, de wortel daarentegen vertoefde in humusrijke aarde. Daarnevens bevond zich steeds een contrôle-plant in denzelfden toestel, maar hier was de klok met water afgesloten en haar inhoud stond door een buisje dadelijk met de omgevende lucht in verbinding. Dikwijls was er nog een een derde contrôle-plant aanwezig, geheel aan de vrije lucht blootgesteld.

Af en toe werden bladstukjes op zetmeel onderzocht. Waren de bladeren bij den aanvang der proef zetmeelvrij, dan bleef het blad boven kaliloog in dien toestand, al duurde de proef ook

acht dagen. De contrôle-bladeren daarentegen vormden natuurlijk al spoedig overvloedige hoeveelheden zetmeel.

Was het blad in de koolzuurvrije ruimte daarentegen bij den aanvang der proef met zetmeel gevuld, dan zag men dit ook in het helderste licht al spoedig verdwijnen, ja ongeveer even snel, als wanneer men de plant in het donker geplaatst had.

De proeven werden genomen met Phaseolus multiflorus, Cucurbita Pepo, Tropaeolum nanum en Beta vulgaris var. saccharifera.

Door deze reeks van proeven komen we dus tot het besluit, dat in een voortdurend koolzuurvrije ruimte de bladeren nooit zichtbare hoeveelheden zetmeel vormen, ja dat zelfs het daarin voorhanden zetmeel verdwijnt, ook al blijven die bladeren met de plant verbonden, en al bevinden de wortels van deze zich in humusrijke aarde.

REEKS II.

Hier bezigde ik zetmeelvrij gemaakte bladeren van monocotyle waterplanten (Typha latifolia, Typha stenophylla en Sparganium ramosum). Een zoodanig bladstuk werd door den tubulus van een gecalibreerde glazen klok gevoerd en daarin door middel van een gehalveerden kurk luchtdicht bevestigd, zoodat het onderste bladgedeelte zich in de klok bevond. Deze was door water afgesloten en in den kurk bevond zich tevens een buisje waardoor koolzuur aangevoerd kon worden. Het middelste en kleinste gedeelte van het blad bleef in de vrije lucht, maar werd door een zwart omhulsel omgeven. Het bovenste deel daarentegen bevond zich op dezelfde wijze als het onderste in eene klok, die echter, zooals van zelf spreekt, met den tubulus naar beneden gekeerd was. Deze klok werd van boven met een glasplaat door middel van vet luchtdicht gesloten. Aan de lucht van de onderste klok werd nu 5 pCt. koolzuur toegevoegd; in de bovenste klok bevond zich een weinig sterke kaliloog. Het onderste bladgedeelte was dus in eene zeer koolzuurrijke atmospheer, het middelste in de vrije lucht, het bovenste deel echter in eene koolzuurvrije ruimte. Na een of twee dagen werden de drie deelen op zetmeel onderzocht. Dit ver-

toonde zich dan in het onderste deel steeds rijkelijk, maar ontbrak in het bovenste deel steeds volslagen, evenals natuurlijk in het middelste deel, dat verduisterd was geweest.

Een bladstuk kan dus in eene voortdurend koolzuurvrije ruimte nooit zichtbare hoeveelheden zetmeel vormen, ook zelfs niet wanneer het onderste gedeelte van hetzelfde blad zich in lucht met 5 pCt. koolzuur bevindt en tusschen beide een klein gedeelte aan de vrije lucht is blootgesteld.

REEKS III.

In deze reeks was het mijn doel tusschen de koolzuurrijke en de koolzuurvrije ruimte geen deel van het blad aan de vrije lucht te laten vertoeven. Daardoor wilde ik de mogelijkheid uitsluiten, dat het koolzuur op zijn weg naar de koolzuurvrije ruimte misschien voor het grootste deel in de lucht zou overgaan. Deze proeven werden genomen met zetmeelvrije bladeren van Cucurbita Pepo, Vitis vinifera, Cercis Siliquastrum, Viola suava, Polygonum bistorta en Trifolium pratense.

Twee even groote kristalliseerschaaltjes, die van afgeslepen randen voorzien waren, werden met de openingen op elkander gezet. Het blad werd tusschen beiden gelegd, zoo dat de top zich in de door de schaaltjes gevormde ruimte bevond, basis, bladsteel en soms een deel des stengels echter daarbuiten bleven. De afsluiting geschiedde door vet. Natuurlijk overtuigde ik mij steeds na de proef, dat daardoor de gebruikte bladeren in het minst niet geleden hadden. In het onderste schaaltje bevond zich kaliloog.

Deze geheele toestel werd nu onder een gecalibreerde glazen klok gebracht. Deze was door water afgesloten en aan de daarin besloten lucht werd, door een buisje, ongeveer 5 pCt. koolzuur toegevoegd. Bladbasis en steel bevonden zich derhalve in deze lucht. Na een tijdsverloop van 5 à 8 uren werden zoowel top als basis van het blad op zetmeel onderzocht; de eerste was daarvan steeds geheel verstoken gebleven, terwijl de basis er natuurlijk in alle proeven geheel mede gevuld was.

We besluiten derhalve: een bladstuk kan in eene koolzuurvrije ruimte nooit zetmeel vormen, zelfs ook niet wanneer het

onmiddellijk aangrenzende gedeelte zich in lucht met 5 pCt. koolzuur bevindt, zonder dat tusschen beide deelen de lucht hare werking op het blad uitoefenen kan.

REEKS IV.

Tot deze proeven werden zetmeelvrije, langs de middelnerf gehalveerde bladeren gebezigd van Cercis Siliquastrum, Valeriana Phu, Bergenia bifolia, Polygonum bistorta en Phaseolus nanus.

Een getubuleerde en gecalibreerde glazen klok werd omgekeerd en met den tubulus in water geplaatst. De nu boven liggende opening werd door een glazen plaat en door middel van vet luchtdicht gesloten. Tusschen glasplaat en rand der klok, omgeven door vet, bevond zich de eene bladhelft, en wel in dier voege, dat haar top in de vrije lucht vertoefde, haar basis met den bladsteel zich echter binnen de klok bevond. Op de glazen plaat werd de andere helft van hetzelfde blad gelegd, die dus geheel in de vrije lucht verkeerde. In de lucht der klok werd nu door een buisje ongeveer 5 pCt. koolzuur gevoerd. De basis der eene bladhelft had dus zeer veel koolzuur ter beschikking. De toestel werd nu weder in het licht geplaatst en na $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, enz. uur werden van de toppen beider bladhelften stukjes op zetmeel onderzocht. De uitkomst leerde, dat in beide bladtoppen het zetmeel zich geheel gelijktijdig begon te vertoonen en zich op volkomen gelijke wijze vermeerderde.

Deze proeven leerden dus, dat eene overvloedige hoeveelheid koolzuur in de lucht die bladsteel en bladbasis omgeeft, nooit de zetmeelvorming van den bladtop, als die zich in de vrije lucht bevindt, zichtbaar versnellen kan.

REEKS V.

Het zetmeelvrije blad eener in humusrijke tuinaarde gewortelde plant (Valeriana Phu, Trifolium pratense, Cucurbita Pepo, Phaseolus nanus) werd overlangs gehalveerd, zoodanig dat de eene helft met plant en wortel in verbinding bleef. Beide

helften werden nu nevens elkander op een glazen plaat aan het licht blootgesteld.

Na $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, enz. uur onderzocht, was het weder de vraag of het met den wortel verbonden gebleven bladgedeelte reeds eerder zetmeel zou vertoonen dan het van de plant afgesnedene, dat zich daarnevens bevond. Ook hier weder verscheen en vermeerderde zich het zetmeel in beide bladhelften geheel gelijktijdig.

Het koolzuur, dat den wortel in een humusrijken bodem ter beschikking staat, kan derhalve de zetmeelvorming der bladeren in de vrije lucht niet zichtbaar versnellen.

De voornaamste resultaten dezer onderzoeking kan ik op de volgende wijze kortelijk uitdrukken:

1°. Het koolzuur dat aan eenig onder- of bovenaardsch plantendeel toegevoegd is, kan in een met dat deel organisch verbonden blad of bladstuk, dat zich in eene koolzuurvrije ruimte bevindt, geene zichtbare hoeveelheden zetmeel doen ontstaan (reeks I, II en III).

2°. Het koolzuur dat aan eenig onder- of bovenaardsch plantendeel toegevoegd is, kan in een met dat deel organisch verbonden blad of bladstuk de zetmeelvorming, die hierin aan de vrije lucht plaats grijpt, niet zichtbaar versnellen (reeks IV en V).

3°. Het koolzuur dat de wortel in den bodem aantreft kan in de bladeren derzelfde plant evenmin in koolzuurvrije lucht de vorming eener zichtbare hoeveelheid zetmeel veroorzaken, als de in de vrije lucht reeds plaats vindende zetmeelvorming zichtbaar versnellen.

Utrecht, Dec. 1876.

ZUR ANATOMIE UND ONTOGENIE

VON

MALACOBDELLA.

VON

C. K. HOFFMANN.



Während ich im verflossenen Winter mit Untersuchungen beschäftigt war über die Anatomie der *Lamellibranchiaten*, kamen mir auch wiederholt *Pholaden* in die Hände, zwischen deren Kiemen ich sehr oft Exemplare der Gattung *Malacobdella* antraf. Ich habe dieselben jedoch nur zwischen den Kiemen von *Pholas crispata* gefonden. Niemals fand ich mehr als ein einziges Exemplar in einer Pholade. Obgleich *Pholas crispata* an demselben Ort lebt als *Pholas candida* habe ich zwischen den Kiemen letztgenannter Art niemals eine *Malacobdella* angetroffen. Die *Malacobdellae* sind geschlechtsreif von November (vielleicht noch früher) bis März, so dass ich also zugleich in der Gelegenheit war die Ontogenie dieser merkwürdigen Thierform zu studiren.

I. ANATOMISCHER THEIL.

1. Auessere Haut.

Es ist bekannt dass die äussere Haut von *Malacobdella* überall bewimpert ist. Bringt man eine lebendige *Malacobdella* unter das Mikroskop, so bemerkt man zwischen den kurzen Flimmerhaaren in regelmässigen Zwischenräumen, etwas dickere, aber bedeutend längere und starre Haare. Die Wimperbekleidung

setzt sich über die ganze äussere Oberfläche fort bis in die unmittelbare Nähe der Eingangsöffung des Darmkanals, wo sie plötzlich aufhört. Die Flimmerhaare sitzen nicht, wie bei den anderen Nemertinen — wie von KEFERSTEIN (1) und HUBRECHT (2) angegeben wird — einer Cuticula, sondern direct einem Epithelium auf, dessen Structur jedoch nur an Macerationspraeparaten gut zu studiren ist. Sehr zu empfehlen ist dazu die MÜLLER'sche Flüssigkeit, noch besser eine Osmiumsäure-Lösung von 1 pCt. und am schönsten wohl ein Gemisch von beiden. Ich nehme dazu einen Theil Osmiumsäure von 1 pCt. und drei Theile MÜLLER'scher Flüssigkeit. Zu Macerationspraeparaten lasse ich die Thiere nicht länger als höchstens sechs Stunden in dieser Lösung und bringe sie dann in eine reine Lösung von MÜLLER'schen Flüssigkeit über, in welcher sie sich Wochen lang ausgezeichnet conserviren lassen. Für Schnittpraeparate kann man dieselben mit Vortheil zwei Mal vier und zwanzig Stunden in dieser osmiumsäurehaltigen MÜLLER'schen Lösung lassen und dann in Alkohol überbringen, nachdem man sie vorher mit destillirtem Wasser gut ausgewaschen hat. An gut gelungenen Isolations-Praeparaten lässt sich dann leicht nachweisen, dass die ganze äussere Haut aus je nach der Grösse und dem Alter des Thieres verschieden langen aber sehr schmalen Cylinderzellen besteht (Fig. 2). Die Zellkörper dieser langen Cylinderzellen haben auch bei denen welche von 80—90 Mikromillimeter lang sind, kaum eine Breite von 7—8 Mikromillim. Sie bestehen aus einem äusserst fein granulirten Protoplasma, welches nach der Peripherie einen etwas helleren Saum trägt, dem die Flimmerhaare aufsitzen. Im unteren Theil des Zellkörpers liegt ein ovaler Kern mit kleinem Kernkörperchen. Der Durchmesser des Kerns ist bei einigen dem des Zellkörpers gleich, bei anderen etwas breiter. Auf den Zellkern folgt dann der feinkörnige gewöhnlich mehr oder weniger verästelte Zellfortsatz. Diese Zellfortsätze sind eingebettet in eine äusserst fein körnige Protoplasmamasse mit regelmässig eingestreuten Kernen, welche als eine Schicht von Zellen zu betrachten ist, deren Grenzen vollständig mit einander verwischt sind und als die Matrix des darüber gelegenen Cylinderepitheliums an zu sehen ist (Fig. 5).

Zwischen diesen langen Cylinderepitheliumzellen bemerkt man nun vereinzelt andere, welche durch ihren eigenthümlichen Bau sich von diesen bedeutend unterscheiden (Fig. 3). An denselben kann man einen Zellkörper und zwei Fortsätze einen peripherischen und einen centralen wahrnehmen. Der Zellkörper wird fast vollständig von dem ovalen Kern eingenommen, welcher ein glänzendes Kernkörperchen nebst körnigem Protoplasma enthält. Der centrale Fortsatz ist äusserst fein und zeigt bei einigen deutliche Varikositäten. Der peripherische ist dicker, im unteren Theil etwas feinkörnig, nach der Peripherie vollständig homogen und mattglänzend und mit *einem* scharf conturirten haarförmigen Fortsatz versehen. Dieser haarförmige Fortsatz ist an seiner Basis fast so breit als der peripherische Zellfortsatz dem er aufsitzt, seine Spitze endigt unmessbar fein. Es sind dies die haarförmigen Fortsätze welche man als die „starren Haare" zwischen den gewöhnlichen Wimperhaaren beim lebendigen Thiere beobachten kann. Obgleich ein Zusammenhang mit Nervenfasern wohl nicht nachgewiesen ist, so darf man diese Zellen höchstwahrscheinlich wohl als Nervenzellen als „peripherische Endorgane", betrachten, welche zur Tastempfindung dienen.

Die äussere Haut ist weiter überaus reich an einzelligen Drüsen. Dieselben haben eine flaschenförmige Gestalt und eine nach dem Alter und der Grösse des Thieres verschiedene Länge. Sie bestehen aus einem grobkörnigen Inhalt, welcher sich in Osmiumsäure dunkelbraun färbt. Sie kommen durch die ganze Epidermisschicht verbreitet vor und scheiden eine zähe, fadenziehende Masse ab. Durch eine Basalmembran wird die äussere Haut getrennt von der

---

2. Muskelschicht.

Dieselbe bildet eine dünne, schmale Schichte von vorwiegend circulären Fasern, zwischen welche longitudinale Fasern sich einschieben, ohne eine directe Schicht zu bilden, wenigstens weder an longitudinalen, noch an transversalen Schnitten konnte ich mich je von einer zusammenhängenden longitudinalen Muskelfaserschicht überzeugen. Die Muskelfasern selbst bilden lange,

aber sehr schmale, nur 2—2,5 Mikromillimeter breite Fasern. In der Mitte der Faser liegt der Kern, welcher der Faser seitlich anliegt. Der Kern hat einen vollständig homogenen Inhalt und enthält ein kleines, deutliches Kernkörperchen. Die Muskelfaser selbst ist in ihrer ganzen Länge fast überall homogen und zeigt nur in der Umgebung des Kernes eine feinkörnige Beschaffenheit. Besonders schön lassen sich die Fasern isoliren noch Maceration in MÜLLER'scher Flüssigkeit (Fig. 6).

---

3. Körperparenchym.

Eingeweide, Rüssel, Blutgefässe, Nervensystem und Geschlechtsorgane liegen nicht wie bei den übrigen *Nemertinen* in einer Körperhöhle, sondern in einem Körperparenchym eingebettet, so dass es z. B nie möglich ist den Darmtractus vollständig frei zu isoliren. Das Körperparenchym besteht aus einem Maschengewebe durch welches Muskelfasern nach allen Richtungen hin verlaufen. Das Maschengewebe wird hergestellt von überall mit einander anastomosirenden Zellen, welche aus einem feinkörnigen Protoplasma bestehen und einen ebenfalls feinkörnigen Kern enthalten. In den Maschen dieses Netzwerkes liegen Zellen von verschiedener Grösse und Beschaffenheit (Fig. 7). Das so gebildete, überall von Muskelfasern durchflochtene Gewebe durchzieht die ganze Körperhöhle und bildet so mit Ausnahme des eigenen Darmepithels, die ganze Darmwand (Verg. Fig. 8). In ähnlicher Weise bildet es so zu sagen Kanäle, in welchen die Blutgefässe und das Nervensystem eingebettet liegen. Besonders um die Nervenstränge ist das Netzwerk stark entwickelt. Am schönsten ist dies Netzwerk an feinen Querschnitten kleiner, noch ungeschlechtsreifer Thiere zu sehen.

---

4. Darmtractus.

Die Eingangsöffnung des Darmtractus liegt am vorderen Körperende. Man kann an demselben drei Theile unterscheiden:

einen Vorder- Mittel- und Enddarm. Die beiden letzteren gehen ohne bestimmte Grenzen in einander über und haben einen schlängelnden Verlauf, während der Vorderdarm gestreckt verläuft und durch seine grössere Weite sich auszeichnet. Schon mit blozem Auge ist der Vorderdarm deutlich von dem übrigen Theil des Darmkanales abgesetzt, indem Mittel- und Enddarm durch ihre gelbe Farbe sich auszeichnen. Die Structur des Vorderdarmes lässt sich am besten und schönsten an guten Querschnitten studiren. Man bemerkt dann dass die Darmwand überall mit Papillen-ähnlichen Zotten besetzt ist, welche in longitudinalen Reihen angeordnet sind und eigentlich nichts anderes als Ausstülpungen des Körperparenchyms bilden.

Durch die in diesem Parenchym verlaufenden Muskelfasern sind auch diese Papillen retractil. Die unmittelbar an der Eingangsöffnung des Darmes gelegenen können sich daher auch etwas aus der Mundöffnung herausstülpen, wovon man sich leicht beim lebendigen Thier überzeugen kann. Die Structur der Papillen oder besser gesagt ihrer Epithelialbekleidung ist höchst eigenthümlich. Betrachtet man die Papillen im frischen Zustande, so bemerkt man dass das die Papillen bekleidende Epithelium nicht wimpert, sondern von einem Häutchen überdeckt ist, das einer Cuticula sehr ähnlich ist (Fig. 9). Wendet man starke Vergrösserungen an, so sieht man, dass dies Häutchen eine dichte, mehr oder weniger schräg gerichtete Querstreifung zeigt (Fig. 10). Untersucht man dagegen Papillen, welche in einer Lösung von Osmiumsäure, MÜLLER'scher Flüssigkeit, oder in einem Gemisch beider Lösungen behandelt sind, dann ist von dem Cuticula-ähnlichen Häutchen keine Spur mehr zu sehen. Dagegen bemerkt man, dass die Zellen welche die Papillen bekleiden an ihren peripherischen Enden feine Stäbchen tragen, welche vollkommen Wimperhaaren ähnlich sind. Die Zellen selbst bilden lange, schmale Cylinder, welche sehr dicht aufeinander stehen (Fig. 11). Wir müssen hier also annehmen, dass die Stäbchen oder Haare des Epitheliums des Vorderdarms durch eine von dem Epithelium selbst ausgeschiedene Masse aneinander geklebt werden, wodurch sie eine Art von mit Querstreifen versehenen Häutchen bilden und dass diese Masse durch Behandlung in Osmiumsäure und

anderen Lösungen aufgelöst wird, wodurch die Haare oder Stäbchen dann frei werden, sonst kann ich mir von dieser höchst eigenthümlichen Erscheinung keine Erklärung geben. Bei denjenigen Papillen welche unmittelbar an der Eingangsöffnung des Darmtractus sich befinden, bemerkt man in regelmässigen Zwischenräumen ein feines, starres Haar, ähnlich wie zwischen den Wimperhaaren der äusseren Haut (Fig. 12), welches aus dem Cuticula-ähnlichen Häutchen hervorragt. Auf die Epithelialschicht folgt dann unmittelbar das mit Muskelfasern durchflochtene Körperparenchym, so dass also die Darmwand nur aus der Epithelialschicht besteht. Aehnlich verhält sich Mittel- und Enddarm, nur mit dem Unterschiede, dass die Epithelialbekleidung eine etwas andere ist. Hier besteht nämlich das Epithelium aus langen schmalen Cylinderzellen. Diese Zellen haben eine Länge von 27—30 Mikromillimeter, bei einer Breite von 4—5 Mikromillm. Auf dem nach der Darmhöhle zugekehrten Theil sind sie mit äusserst zarten, aber sehr langen Wimperhaaren versehen. Diese Haare sind gewöhnlich länger als die Zellen selbst. Wie beim Vorderdarm folgt dann auf diese Epithelialschicht unmittelbar das muskelreiche Körperparenchym. Zwischen den Epitheliumzellen kommen im Mittel- und Enddarm sehr lange, einzellige Drüsen vor. Diese Drüsen sind mit einer grobkörnigen, gelb- oder grünartigen Masse gefüllt und strecken sich mit ihrem basalen Ende ziemlich tief in das Körperparenchym hinein. Von diesen Drüsen hängt die gelbe oder grünliche Farbe des Mittel- und Enddarmes her.

Der Enddarm endigt eben vor dem hinteren Körperende an der Rückenfläche gerade oberhalb des Saugnapfes. An der Afteröffnung bilden die Muskelfasern des Körperparenchymes eine deutliche Ringfaserschicht.

Der ganze Mittel- und Enddarm zeigt wie der Vorderdarm in longitudinalen Reihen angeordnete zottenähnliche Leisten und Falten, welche nur durch Einstülpungen des Körperparenchyms hervorgebracht werden, wodurch also die verdauende Oberfläche bedeutend vergrössert wird. Nach dem Enddarm zu nehmen sie allmählich im Umfang ab und am After selbst fehlen sie vollständig.

---

5. Rüssel.

Der Rüssel ist von den meisten früheren Autoren wohl gesehen, aber falsch gedeutet. BLANCHARD (3) dem wir sonst gute Mittheilungen über die Anatomie von *Malacobdella* verdanken, hat den Rüssel beschrieben als „un vaisseau dorsal, qu'on distingue parfaitement dans toute sa longueur.

Ce vaisseau, étant d'une couleur blanche opaque, se détache nettement sur le canal intestinal, et se voit très-facilement sous la peau transparente de l'animal.

P. J. VAN BENEDEN en HESSE (4) haben den Rüssel als einen Theil der Geschlechtsorgane angesehen und beschrieben, wie aus folgendem Satz hervorgeht:

„Sur la ligne médiane, coupant les anses du tube digestif et formant aussi des replis, se trouve un canal déférent très-consistant. On le poursuit en avant jusque tout près de l'orifice de la bouche et à la terminaison, on voit une sorte de poche séminale assez petite. Il nous a paru que ce canal s'ouvre dans la grande cavité de la bouche; du moins, par la pression, nous avons dégainé cet organe et il nous a paru qu'il faisait saillie dans l'intérieur de cette cavité.

La partie dégainé est un pénis, dont la surface est hérissée de fortes papilles molles".

So weit mir bekannt, hat SEMPER (5) zuerst nachgewiesen, dass *Malacobdella* eine wahre rüsseltragende *Nemertine* sei und so ist es auch wirklich. Während aber bei allen anderen *Nemertinen* die Oeffnung des Darmcanals sich an der Bauchseite befindet in einiger Entfernung von dem vorderen Körperende und der Rüssel sich gewöhnlich vorn in der Spitze des Kopfes, oft ein klein wenig nach der Unterseite zu geneigt sich öffnet, liegt dagegen bei *Malacobdella*, die Oeffnung des Darmes am vorderen Körperende, die des Rüssels an der Rückenfläche in geringer Entfernung von dem vorderen Körperende. Am schönsten kann man sich hiervon an Querschnitten überzeugen.

An dem Rüssel von *Malacobdella* kann man wie bei allen *Nemertinen* drei Theile unterscheiden: den ausstülpbaren Theil, der mit Papillen besetzt ist, den drüsigen Theil und den musculösen Theil, die beiden ersten Abtheilungen gehen ohne bestimmte Grenzen in einander über. Eine Bewaffnung fehlt.

Der Rüssel verläuft in eine Rinne an der Rückenfläche des Darmes und streckt sich fast bis zum hinteren Körperende aus. Er liegt in einer Scheide, der Rüsselscheide, eingeschlossen. Die Wände dieser Scheide werden hauptsächlich gebildet von den Muskelfasern des Körperparenchyms, welche hier zu einer circulairen Faserschicht sich angeordnet haben.

Der vordere, mit Papillen besetzte, ausstülpbare Theil des Rüssels bildet die dickste Partie. Um ihre Structur gut zu studiren muss man Querschnitte anfertigen. Man kann sich dann überzeugen, dass die Wände des papillösen Rüsseltheiles aus drei Schichten von Muskelfasern bestehen, einer longitudinalen und zwei circulären Schichten. Die beiden circulären Schichten sind viel weniger kräftig entwickelt als die longitudinale, welche zwischen den beiden erstgenannten lagert. Dieselbe ist reichlich von bindegewebigen und elastischen Fasern durchzogen. Auf die innere circuläre Muskelschicht folgt eine dünne Lage Bindegewebe, dem die Papillen aufsitzen. Die Papillen bestehen aus einem vollkommen hyalinen Grundgewebe und sind mit kleinen zelligen Gebilden von allen Seiten vollständig bekleidet. Diese zelligen Gebilde sind 0,006—0,008 Millimeter gross und bestehen aus einem feinkörnigen Inhalt (Fig. 8) Wird der Rüssel hervorgestülpt, so bildet die innere papillöse Bekleidung des nicht ausgestülpten Rüssels die äussere Schichte des ausgestülpten Rüssels. Fig. 16 stellt einen Querschnitt vor eines in Ausstülpung begriffenen Rüssels. Die innere papillöse Schicht umschliesst eine kleine, centrale Höhle, die Rüsselhöhle.

Der drüsige Theil des Rüssels stimmt im Bau sehr mit dem papillösen Theil überein. Auch hier kann man an der Wand drei Schichten: eine mittlere longitudinale und eine äussere und innere circuläre Schicht unterscheiden. Im allgemeinen sind aber die musculösen Schichten schwächer entwickelt als in dem papillösen Theil. Auf die innere Muskelschicht folgt eine dünne Bindegewebelage, welcher die Drüsenzellen aufsitzen. Dieselben bestehen aus flaschenförmigen Zellen, welche mit dem bauchigen Theil nach der centralen Höhle zugekehrt sind. Der Inhalt dieser Zellen besteht aus einer grobkörnigen, dunkelgranulirten Masse.

Der hintere Theil des drüsigen Rüsselabschnittes endigt in

einen Blindsack, gerade wie bei den anderen *Nemertinen*, während der noch übrige ziemlich lange musculöse Theil, der nur aus longitudinalen Fasern besteht und als Zurückzieher des Rüssels fungirt, sich an das hintere Ende der Rüsselscheide inserirt.

Der Raum welcher zwischen dem Rüssel und der Rüsselscheidewand übrig bleibt, wird von einer Flüssigkeit angefüllt, in welcher zellige Elemente in ziemlich grosser Zahl angetroffen werden. Einen Zusammenhang der Rüsselscheide-Flüssigkeit mit der der Blutgefässe habe ich nirgend nachweisen können, die Flüssigkeit ist, wie auch von HUBRECHT 2) und KEFERSTEIN (1) QUATREFAGES (9) gegenüber behauptet worden ist, vollkommen in der Rüsselscheide isolirt. Auch hier entsteht die Umstülpung des Rüssels höchstwahrscheinlich im Folge eines Druckes, welchen die sich contrahirende Rüsselscheide auf den flüssigen Inhalt ausübt, dieser Druck, den Anheftungsstellen des Rüssels mitgetheilt, muss hier Umstülpung nach Aussen zur Folge haben.

---

6. Blutgefässsystem.

Bei *Malacobdella* habe ich nur zwei Gefässe, nämlich die zwei Seitengefässe gefunden, ein Rüsselgefäss dagegen, wie dies bei den meisten übrigen *Nemertinen* angetroffen wird, fehlt bei *Malacobdella*. Die Seitengefässe liegen auch hier nicht gerade in den Seiten, sondern meistens ein wenig auf der Rückenfläche, so dass sie in der Ansicht von oben gewöhnlich medianwärts von den Seitennerven zu liegen scheinen, die im Gegensatz zu ihnen sich mehr der Bauchseite nähern. Die Gefässe haben einen geschlängelten Verlauf, sind contractil und haben eigene Wände. Medianwärts giebt jedes Seitengefäss zahlreiche Queräste ab, die sich wieder theilen können und so Anastomosen bilden, wo durch die Seitengefässe mit einander im Zusammenhang stehen. In der Gegend der Gehirnganglien löst jedes Seitengefäss sich in eine grosse Zahl Querzweige auf, die sich nach der Medianlinie zu biegen, und so beiderseits in einander übergehen.

Das Blut ist farblos, enthält jedoch sehr deutlich zellige Elemente, aber eben dadurch dass es farblos ist, wird es äusserst schwierig den Verlauf der Queräste, durch welche die

beiden Seitengefässe mit einander in Zusammenhang stehen zu verfolgen.

Noch eine Besonderheit will ich hier erwähnen. An einzelnen Stellen ist die Innenwand der Blutgefässe deutlich bewimpert. Bei genauer Betrachtung bemerkt man dass eben an dieser Stelle die Wand der Blutgefässe ein kleines rundes Stoma zeigt, in dessen unmittelbarer Umgebung die Wimperhaare angeordnet sind.

---

7. Nervensystem.

BLANCHARD (3) verdanken wir, so weit mir bekannt, die ersten genaueren Angaben über das Nervensystem von *Malacobdella*. Nach ihm besteht das Nervensystem »principalent en deux ganglions cérébroïdes et en une double chaine ganglionaire. Les deux chaines latérales ne se réunissent sur aucun point pour former un collier, elles offrent d'espace en espace des renflements ganglionnaires. Dans le tiers antérieur de leur longueur, elles sont plus rapprochées de la partie supérieure que de la partie inférieure du corps; et dans cette portion, elles présentent trois petits ganglions, d'ou s'échappent des filets très-délées. SEMPER hat diese Angaben von BLANCHARD bestritten und nachgewiesen dass das Nervensystem sich auf's Engste an das der typischen Nemertinen anschliesst, was ich vollkommen bestätigen kann. Der Centraltheil des Nervensystemes besteht aus zwei vorn im Kopfe gelegenen, sehr bedeutend entwickelten Ganglienmassen, (Gehirnganglien) welche nicht wie bei den anderen *Nemertinen* in vier an einanderschliessende Anschwellungen zerfallen, sondern jederseits nur eine einzige Masse bilden, wie von BLANCHARD auch richtig angegeben ist und durch eine dorsale und ventrale Commissur mit einander verbunden sind. Dieser Nervenring umfasst wie bei den *Nemertinen* die Rüsselscheide. Die dorsale Commissur ist ziemlich stark entwickelt und daher gleich zu sehen, viel schwächer dagegen ist die ventrale Commissur. Nach oben und unten verjüngt sich jederseits der Centraltheil des Nervensystemes allmählig zu den Seitennerven. Der obere Seitennerv (vergl. Fig. 20) theilt sich bald in eine ziemlich grosse

Zahl Aeste, welche sich wieder theilen und nach der vorderen Partie des Körpers, der Eingangsöffnung des Darmtractus, und des Rüssels gehen; der untere Seitennerv setzt sich durch die ganze Länge des Körpers fort, giebt überall feine Seitenzweige ab bis in der Gegend des hinteren Saugnapfes, wo der Seitennerv wieder allmählig etwas dicker wird, wie feine Querschnitte deutlich zeigen und von wo aus zahlreiche Zweige in den Saugnapf hineinstrahlen.

Was die histologische Structur des Nervensystems betrifft, so kann ich darüber Folgendes mittheilen. Der Centraltheil des Nervensystemes wird von einer dicken Schicht gewöhnlich kleiner, nur 10—12 Mikromillm. grosser, vollständig homogener Zellen umlagert. Ein Kern liess sich in diesen Zellen nicht nachweisen nur kleine, gelbe Pigmentkörnchen, welche auch theilweise zwischen den Zellen gelagert sind. Das Innere des Centraltheils des Nervensystemes besteht aus äusserst feinen Fasern, zwischen welchen ebenfalls die kleinen, gelben Pigmentkörnchen eingeschaltet sind. Aber nur der Centraltheil des Nervensystemes ist von Zellen umlagert, sie fehlen bestimmt den Seitennerven so wohl dem nach oben als dem nach unten gehenden, dieselben bestehen allein aus Nervenfasern, ebenfalls hier und dort von gelbem Pigment umlagert. Nur der untere, in der unmittelbaren Nähe des Saugnapfes gelegene Theil des hinteren Seitennervs, macht hiervon eine Ausnahme, indem hier wieder der zellige Belag auftritt, von welchem die Verdickung der seitlichen Nerven in dieser Gegend herrührt. Es sint die in und zwischen den Nervenzellen und Nervenfasern gelegenen Pigmentkörnchen, welche die gelbe Farbe des Nervensystemes verursachen. Mit Ausnahme der bei der äusseren Haut schon beschriebenen, höchst wahrscheinlich dem Tastsinn zukommenden Nervenzellen, habe ich bei *Malacobdella* keine Sinnesorgane angetroffen, weder Augen, noch die bei den übrigen *Nemertinen* so häufig vorkommenden Seitenorgane.

---

8. Geschlechtsorgane.

Die *Malacobdellae* sind bekanntlich vom getrennten Geschlecht.

Die männlichen sowohl als die weiblichen Geschlechtsorgane sind jedoch wie bei den anderen *Nemertinen* gleich gebaut und angeordnet. Sie bilden Schläuche in den Seitentheilen des Körpers unmittelbar unter der äusseren Körperhaut gelegen und sich dort nach aussen öffnend. Sind die Schläuche ausgewachsen, so drängen sie sich zwischen die Ausstülpungen des Darmes. Jeder Schlauch besteht aus einer bindegewebigen Kapsel und ist in nicht geschlechtsreifem Zustand mit zelligen Elementen gefüllt. Bei ungeschlechtsreifen Thieren verhalten sich die Schläuche bei beiden Geschlechtern vollkommen gleich; bei geschlechtsreifen Thieren dagegen sind die Geschlechter sehr leicht schon mit blossem Auge zu unterscheiden indem die Männchen durch den weissen Inhalt der Hodenschläuche, die Weibchen durch die graue Farbe der dunkelgranulirten Eier der Ovarialschläuche sich unmittelbar von einander unterscheiden lassen. Die Schläuche kommen durch den ganzen Körper verbreitet vor mit Ausnahme des vorderen Körpertheiles wo sie fehlen. Untersucht man ein geschlechtsreifes Thier, so findet man in den Ovarialschläuchen Eier in allen möglichen Stadien der Entwickelung (Fig. 17). Ob die Entwickelung der Eier hier ähnlich vor sich geht, wie von VAN BENEDEN (7) fur Tetrastemma obscurum angegeben ist, dürfte naher untersucht werden. Auch über die Entwickelung der Spermatozoiden habe ich keine bestimmten Untersuchungen angestellt. Ob die Geschlechtsproducte durch praeformirte Oeffnungen oder durch ein Platzen der äusseren Haut an der Stelle aus dem Körper herautreten, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen. Wirkliche praeformirte Oeffnungen habe ich nicht beobachten konnen.

Wenn wir die erhaltenen Resultate noch einmal kurz überblicken, so sehen wir dass die von SEMPER aufgestellte Behauptung — Malacobdella ist eine Nemertine — vollkommen wahr ist. Die äussere Haut, der Rüssel, das Nervensystem, die Blutgefässe, der Darmtractus, die Generationsorgane, kurz die ganze Organisation von Malacobdella, stimmt in der Hauptsache vollkommen mit der einer wahren Nemertine überein.

Indessen weicht der Bau von Malacobdella doch in einigen Punkten von dem der Nemertinen ab. So z. B. mündet der Rüssel nicht am vorderen Körperende oder selbst etwas an der Bauchfläche nach aussen, sondern an der Rückenfläche in einiger Entfernung von dem vorderen Körperende. Die Eingangsöffnung des Darmtractus bildet bei Malacobdella eine breite, quergestellte Spalte und liegt unmittelbar am vorderen Körperende. Das Nervensystem kommt typisch wohl mit dem der übrigen Nemertinen überein, doch zeigt der Centraltheil eine etwas andere Beschaffenheit als bei den anderen Nemertinen. Augen und Seitenorgane fehlen bei Malacobdella bestimmt. Das Körperparenchym ist bei Malacobdella in viel höherem Grad ausgebildet als sonst bei den Nemertinen der Fall ist. Indessen sind doch alle diese Unterschiede von untergeordneter Bedeutung und berechtigen uns jedenfalls wohl nicht, die Gattung Malacobdella von den Nemertinen zu trennen. Man muss wirklich staunen, wie man dazu gekommen ist, die Gattung Malacobdella bei den Hirudineen unter zu ordnen, mit welchen sie doch nichts gemein hat als den hinteren Saugnapf, während sonst die ganze übrige Organisation von der der Hirudineen abweicht.

Bis jetzt sind nur Malacobdella bei Mya, Venus, Cyprina und Cytherea gefunden und — wenigstens so weit mir bekannt — noch nicht bei Pholas.

Nur von dem erstgenannten Muschelthier standen mir Exemplare zur Verfügung und es war mir nicht möglich Unterschiede zu finden zwischen der Malacobdella welche auf Mya und der welche auf Pholas lebt.

Während also der anatomische Bau von Malacobdella sich vollständig dem der Nemertinen anschliesst, zeigt auch die Ontogenie eine vollständige Uebereinstimmung mit den Nemertinen, bei welchen die Entwickeling direct verläuft, wie z. B. bei der Gattung Tetrastemma.

LITTERATUR.

(1) W. KEFERSTEIN. Untersuchungen über niedere Seethiere.
Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XII 1863, p. 51—90.

(2) A. A. W. HUBRECHT. Aanteekeningen over de anatomie, histologie en ontwikkelingsgeschiedenis van eenige Nemertinen.
Diss. inaug. Utrecht 1874.

A. A. W. HUBRECHT. Untersuchungen über Nemertinen aus dem Golf von Neapel.
Niederl. Archiv für Zoologie. Bd. II. p. 99. 1875.

(3) M. E. BLANCHARD. Mémoire sur l'organisation d'un animal du genre Malacobdella.
Annales des sciences naturelles III Serie Zoologie. T. IV. p. 364. 1845.

(4) P. J. VAN BENEDEN et C. E. HESSE. Recherches sur les Bdellodes ou Hirudinées et les Trématodes marins. 1863. p. 53—59.

(5) C. SEMPER. Die Verwandtschaftbeziehungen der gegliederten Thiere.
Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg. T. III. 1876. p. 141.

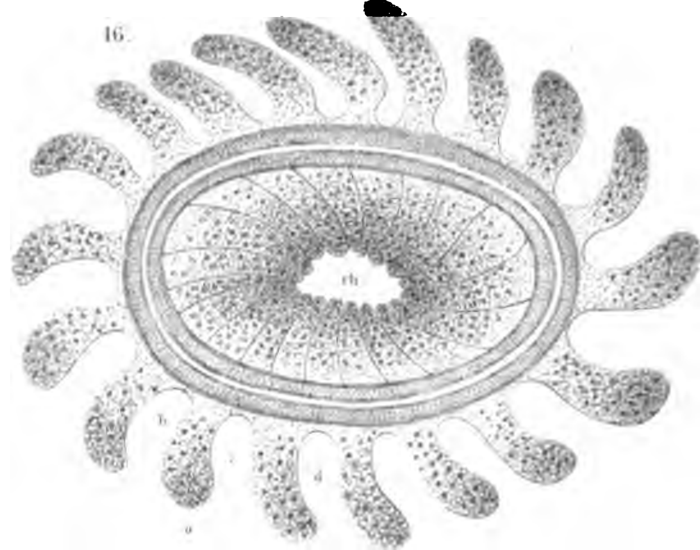
(6) A. SCHNEIDER. Untersuchungen über Plathelminten. 1873. p.

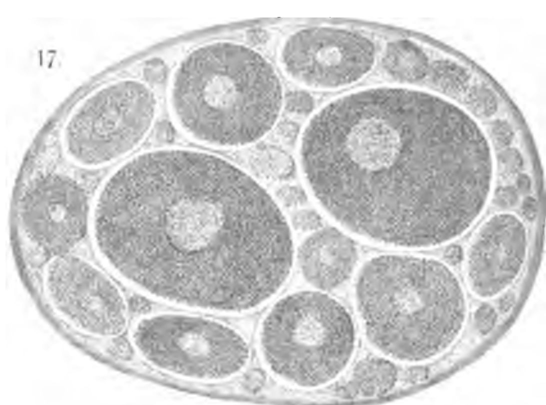
(7) E. VAN BENEDEN. Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf.
Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers publiés par l'académie royale de Belgique. T. XXII. 1870.

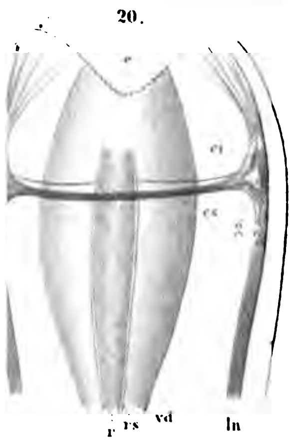
(8) M. SCHULTZE. Zoologische Skizzen Briefliche Mittheilung von von Siebold
Zeitschrift für wiss Zool. Bd. IV. p. 178. 1853.

(9) A. DE QUATREFAGES. Etudes sur les types inférieurs.
Annales des sciences naturelles 3 Serie. Tom. VI. 1846

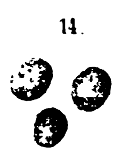
(10) W. C. M'ac INTOSH. A Monograph of the British Annilids. Part I en II. The Nemertians. Ray Society. 1874


16.
ch
b
d


17.


20.
ei
es
r
rs
vd
ln


11.


14.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Fig. 1. Wimperbekleidung der äusseren Haut von Malacobdella, zwischen den Wimperhaaren bemerkt man hier und dort ein viel längeres starres Haar. Vergr. $\frac{350}{1}$.

Fig. 2. Isolirte Wimperepitheliumzellen der äusseren Haut, nach Behandlung in Osmiumsäure und MÜLLER'scher Flüssigkeit. Vergr. $\frac{550}{1}$.

Fig. 3. Isolirte haartragende Sinneseptheliumzellen der äusseren Haut, nach Behandlung in Osmiumsäure und MÜLLER'scher Flüssigkeit. Vergr. $\frac{550}{1}$.

Fig. 4. Einzellige Drüsen der äusseren Haut. Vergr. $\frac{450}{1}$.

Fig. 5. Aeusserst feinkörnige Protoplasmamasse, mit eingestreuten Kernen, das MatrixGewebe des Cylinderepitheliums der äusseren Haut. Vergr. $\frac{450}{1}$.

Fig. 6. Isolirte Muskelfaser. Vergr. $\frac{650}{1}$.

Fig. 7. Gewebe des Körperparenchyms. Isolationspraeparat. Vergr. $\frac{650}{1}$.

Fig. 8. Papille des Rüssels. Vergr. $\frac{450}{1}$.

Fig. 9. Zotte aus dem Vorderdarm frisch untersucht Verg. $\frac{80}{1}$.

Fig. 10. Epithelium einer Zotte aus dem Vorderdarm, frisch untersucht. Vergr. $\frac{560}{1}$.

Fig. 11. Isolirte Zellen einer Zotte aus dem Vorderdarm, nach Behandlung in einer Lösung von Osmiumsäure und MÜLLER'scher Flüssigkeit. Vergr. $\frac{700}{1}$.

Fig. 12. Zotte aus dem Vorderdarm in der unmittelbaren Nähe der Eingangsöffnung des Darmtractus. Verg. $\frac{120}{1}$.

Fig. 13. Isolirte Zelle aus dem Mitteldarm. Verg. $\frac{600}{1}$.

Fig. 14. Nervenzellen der Gehirnganglien. Vergr. $\frac{600}{1}$.

Fig. 15. Spermatozoon. Vergr. $\frac{650}{1}$.

Fig. 16. Querschnitt durch den in Umstülpung begriffenen Rüssel. Vergr. $\frac{90}{1}$.

a. Papillen des Rüssels.
b. Auessere circulaire Muskelschicht.
c, Longitudinale Muskelschicht.
d. Innere circulaire Muskelschicht.
rh. Innere Höhlung des sich ausstülpenden Rüssels. Der noch in Ausstülpung begriffene Theil zeigt die sub a-d genannte Zusammensetzung in umgekehrter Reihenfolge.

Fig. 17. Ovarialschlauch mit in verscheidenen Stadiën der Entwickelung begriffenen Eiern. Vergr. $\frac{90}{1}$.

Fig. 18. Querschnitt durch ein junges Thier vor der Oeffnung der Rüsselhöhle. Schwache Vergr.

a. Epidermis.
b. Ringmuskelfaserschicht.
c. Körperparenchym.
d. Querdurchschnittene Nervenstämme.
e. Darmhöhle.

Fig. 19. Querschnitt durch ein junges Thier eben hinter der Ausmündungsstelle des Rüssels

a, *b*, *c*, *e* wie in Fig. 18. Schwache Vergr.
d. Querschnitt durch den Centraltheil des Nervensystemes.
g. Rüssel.
f. Rüsselhöhle.

Fig. 20. Vorderer Theil einer Malacobdella bei schwacher Vergr.

vd. Vorderdarm.
r. Rüssel.
rs. Rüsselscheide.
g. Centraltheil des Nervensystemes.
ln. Lateraler New.
cs. Commissura superior } um den Rüssel.
cs. Commissura inferior }
e. Eingangsöffnung des Darmtractus.

II. ONTOGENETISCHER THEIL.

Die Entwickelungsgeschichte wurde sowohl an künstlich wie an natürlich befruchteten Eiern studirt. Die geschlechtsreifen Eier werden entweder einzeln oder in Häufchen abgesetzt, im letzteren Fall gewöhnlich durch eine zähe Schleimmasse, das Product der einzelligen Drüsen der Haut lose an einander verbunden. So bald die Weibchen ihre Eier abgesetzt haben, fangen auch die Männchen an ihre Spermatozoiden haufenweise zu entleeren. Die künstliche Befruchtung gelingt sehr leicht, man braucht dazu nur ein Weibchen ein wenig zu verletzen, wobei dann die Eier massenweise ausgepresst werden, dasselbe findet statt, wenn man ein Männchen verletzt und man braucht nun die beiderlei Geschlechtsproducte nur in etwas Seewasser mit einander zu vermisschen, um eine künstliche Befruchtung zu Stand zu bringen.

Von allen Stadien der Entwickelung wurden so viel möglich Querschnitten angefertigt. Dazu wurden die Eier auf dieselbe Weise behandelt und gehärtet als bei der Entwickelungsgeschichte von *Tetrastemma varicolor* OERSTED angegeben ist (6). Die geschlechtsreifen Eier von *Malacobdella* sind ungefähr 200 Mikromillm im Durchschnitt. Sie bestehen aus einem fein körnigen, sehr dunkel granulirten Dotter, Dotterhaut, Kern und Eihaut (Fig. 21). Der Dotter besteht aus feinen Dotterkörnchen, welche in eine mehr klare, homogene, zähe Flüssigkeit eingestreut sind, was besonders deutlich hervortritt, wenn man die Eier einige Zeit in Essigsäure von 1 pCt. behandelt. Die Dotterhaut bildet eine äusserst feine Membran, welche nur bei starker Vergrösserung wahrzunehmen ist und an welcher man zuweilen noch eine feine parallele Streifung sehen kann. Der Dotter ist so dunkel granulirt, dass im natürlichen Zustande, wenn man die Eier ohne Deckgläschen betrachtet, von einem Kern nichts zu sehen ist. Derselbe tritt erst dann deutlich hervor, wenn die Eier gelinde unter einem Deckgläschen gepresst werden. Der Kern hat einen Durchmesser von 40—50 Mikromill. Sein Inhalt bildet eine fast wasserklare Flüssigkeit,

in welcher einige kleine Kügelchen herum schweben, deren Inhalt ebenfalls vollkommen durchsichtig ist. Die Kernwand bildet eine ausserst feine, hyaline Membran. Ein Kernkörperchen ist nicht vorhanden Zwischen Eihaut und Dotterhaut liegt eine ziemlich dicke Schichte wasserklarer Flüssigkeit, welche aus einer eiweissartigen Substanz zu bestehen scheint, wenigstens nach Behandlung in Essigsäure, Chromsäure-Lösungen u A, tritt in dieser Masse eine feinkörnige Gerinnung auf. Beim umbefruchteten, geschlechtsreifen Ei liegt die Dotterhaut dem Dotter eng an.

Die Spermatozoiden sind in hohem Grade beweglich, der Schwanztheil auch bei der stärksten Vergrösserung nur haarfein, das Köpfchen ist ein schmales, kurzes Gebilde (Fig. 15).

Bringt man geschlechtsreife Eier und Spermatozoiden in etwas Seewasser mit einander in Berührung, so fangen die Spermatozoiden sogleich an in das Ei zu dringen. Man kann so schnell nicht untersuchen, dass man nicht schon zwischen Eihaut und Dotterhaut zahlreiche Spermatozoiden findet. Wie das Durchdringen von Dotterhaut und Eihaut statt findet, weiss ich nicht, in keiner der beiden Häute kommen praeformirte Oeffnungen vor. Sehr oft habe ich gesehen, dass die Spermatozoiden nicht immer zuerst mit ihrem Kopftheil in den Dotter sich einbohren, sondern gerade umgekehrt, nähmlich mit ihrem feinen Schwanzende. Das haarfeine Schwanzende steckt dann im Dotter und bohrt sich durch die kräftig drehenden Bewegungen des Kopftheiles allmählich tiefer und tiefer in den Dotter hinein. Die Spermatozoiden scheinen vollständig in die Dottermasse hinein dringen und dort ihre Bewegungen noch eine Zeit lang fortsetzen zu können, hiervon habe ich mich einige Male wie ich glaube sicher überzeugen können, indem ich Eier eine Stunde nach der Befruchtung nicht zu stark unter dem Compressorium drückte; zwischen den Dotterkügelchen bemerkt man dann noch einzelne eingewanderte Spermatozoiden, die dort ihre Bewegungen noch mehr oder weniger kräftig fortsetzen.

Mehrmals habe ich ein, der Oberfläche des Dotters aufsitzendes, helles, protoplasmatisches Hügelchen gesehen, ähnlich wie BÜTSCHLI (4) an den Eiern von *Nephelis vulgaris* beschreibt. Ich kann aber um so weniger dasselbe als ein mit dem Dotter zur Vereinigung gelangtes Spermatozoon betrachten, welches in

Folge dieser Vereinigung den Umwandlungsprocess zu dem geschilderten Hügelchen erlitten hat, als ich dasselbe auch an Eiern beobachtet habe, welche entschieden noch nicht mit Spermatozoiden in Berührung gewesen waren, sondern von Weibchen stammten, welche Tage lang isolirt gehalten waren. *So bald ein oder mehrere Spermatozoiden in die Dottermasse eingedrungen sind, gerathen die Dotterkörnchen in eine äusserst lebhafte Bewegung.*

Die ersten Veränderungen welche man an den befruchteten Eiern wahrnimmt, sind Veränderungen des Kernes, welche zu einem vollständigen Verschwinden des Eikernes führen. Leider war die Dottermasse zu dunkel granulirt, um die Veränderungen des Kernes stufenweise zu verfolgen und auch die von BÜTSCHLI angegebene Behandlungsweise mit Essigsäure von 1 pCt. gab keine besseren Resultate. Die Veränderungen welche ich an dem Eikern des befruchteten Eies beobachtet habe, sind die folgenden: die sonst scharf markirte runde Gestalt des Kernes fängt an allmählich undeutlicher zu werden, es ist alsob unter den Augen des Beobachters den Kern vollständig sich auflöste. Eine halbe Stunde nach der Befruchtung sieht man die ersten Veränderungen an dem Eikern eintreten und nach einer Stunde hat der Kern sich vollständig dem Auge entzogen. Bringt man die Eier in diesem Stadium unter das Mikroskop und drückt sie nicht zu stark unter dem Compressorium so ist von dem früheren grossen Kern nichts mehr wahrzunehmen und statt dessen findet man nur ein kleines 16—18 Mikrom. grosses Kernchen welches der Peripherie nahe gerückt ist. (Fig. 22). Durch zahlreiche Untersuchungen habe ich mich überzeugen können, dass dieses kleines Kernchen in Wirklichkeit nichts anders als der veränderte grosse Eikern ist, welcher je mehr er nach der Peripherie gerückt ist, um so mehr seinen wasserklaren Inhalt zum grössten Theil in die Dottermasse hineingepresst hat. Ich will dabei noch gleich hervorheben, dass die Wand des so veränderten Eikerns kein zackiges Aussehen hat, sondern vollkommen glatt und abgerundet erscheint.

Zwei Stunden nach der Befruchtung ist von einem Kern nichts mehr zu sehen und sind die Richtungskörperchen ausgetreten. (Fig. 23). Ob dieselben nichts anders sind als der ver-

änderte und von der Dottermasse ausgestossene Kern, vermag ich nicht zu sagen, indem mir die directe Beobachtung fehlt. Es liegt indessen vor der Hand dies wohl anzunehmen. Dass die Richtungskörperchen um vieles kleiner sind als der ursprüngliche Eikern — eine Thatsache welche mir früher vollständig unerklärlich schien, wenn wirklich die Richtungskörperchen den veränderten Eikern bilden sollen, lässt sich jetzt vollständig erklären aus der Erscheinung dass das Schwinden des Kernes hauptsächlich davon herrührt, dass der grösste Theil des Kernsaftes in die Dottermassa hinübertritt und der Kern also, wenn er der Peripherie nahe gerückt ist, bedeutend kleiner geworden ist. Dass die in die Dottermasse eingedrungenen Spermatozoiden und die darauf folgende höchst lebhafte Bewegung der Dotterkörnchen die erste Veranlassung des allmähligen Verschwindens und höchtwahrscheinlich darauf folgenden vollständigen Hinaustreiben des Kernes bilden, kann man wohl als sicher betrachten. Ich bin in dieser Meinung besonders bestärkt durch folgende Erscheinung: bei künstlich angestellten Befruchtungen habe ich wiederholt Eier beobachtet, an welchen sich eine so massenhafte Menge Spermatozoiden angeheftet hatten, dass durch ihre noch kräftig sehlängelnden Bewegungen, das ganze Ei in eine leicht rotirende Bewegung gerieth. An solchen Eiern ist zuweilen — schon eine halbe Stunde nach der Befruchtung — der ganze Kern in seiner fast vollständigen Grösse ausgepresst, während sonst bei natürlich befruchteten Eiern, wo immer nur einzelne Spermatozoiden an den Eiern haften, die beiden Richtungskörperchen erst nach zwei Stunden sich zeigen.

Die Zahl der Richtungskörperchen beträgt bei der Gattung *Malacobdella* immer zwei. Gewöhnlich liegen sie unmittelbar neben einander, ob sie aber mit einander verbunden sind, weiss ich nicht. In vielen Fällen liegen sie aber auch weit von einander entfernt. Ich will indessen doch bemerken, dass ich dies bei den künstlich befruchteten Eiern viel öfter gesehen habe, wie an den natürlich befruchteten, wo sie fast ohne Ausnahme unmittelbar einander anliegen. Wenn RABL (5) hervorhebt, dass die Richtungsbläschen in der Regel nur die Begleiter der inaequalen oder unregelmässigen Furchung sind und bei den Eiern mit primordialen Furchung — wie Ascidien und Nemertinen —

die Richtungsbläschen in sehr grosser Zahl austreten, wie z. B von DIECK (2) für die *Nemertinen* angegeben wird, so muss ich dieser Behauptung entgegen treten mit der Bemerkung dass so weit meine Untersuchungen reichen auch bei den *Nemertinen*, wie auch bei *Malacobdella* immer nur zwei Richtungskörperchen in normalem Zustende austreten, und dass die von DIECK gesehene grosse Zahl von Richtungsbläschen bei der parasitischen Gattung *Cephalotrix* sicher nicht hierher gehört, sondern zu den abnormen Ablösungen von Furchungszellen, wie dies auch von BÜTSCHLI hervorgehoben wird.

Bekanntlich hat HERTWIG (3) die Behauptung aufgestellt, dass zur Reifezeit des Eies das Keimbläschen eine regressive Metamorphose erleidet und durch Contractionen des Protoplasmas an die Dotteroberfläche getrieben wird. Seine Membran löst sich auf, sein Inhalt zerfällt und wird zuletzt vom Dotter wieder resorbirt, der Keimfleck aber scheint unverändert erhalten zu bleiben, in die Dottermasse selbt hineinzugelangen und zum bleibenden Kern des reifen, befruchtungsfähigen Eies zu werden. Ohne auch an den von HERTWIG bei den Eiern von *Toxopneustes lividus* erhaltenen Resultaten im mindesten zu zweifeln, muss ich doch bemerken, das für Nemertinen (*Tetrastemma, Malacobdella*) die HERTWIG'sche Behauptung keine Bedeutung hat, indem so wohl an geschlechts- als ungeschlechtsreifen Eiern ein Kernkörperchen fehlt. Aehnlich beschreibt auch METSCHNIKOFF (1) die Eier von einer in Messina untersuchten *Nemertes*.

Während den beiden ersten Stunden der Befruchtung in welchen die Veränderungen an dem Kern statt finden, welche wahrscheinlich mit einem vollständigen Hinaustreiben des Kerns und seiner Verwandlung in die Richtungsbläschen endigt, fängt der Dotter an, sich stark zu contrahiren und zusammen zu ballen. Beobachtet man in diesem Stadium Eier welche man vor Quetschung und Druckung gut geschützt hat, dann bemerkt man dass die Dottermasse — welche sonst der Dotterhaut eng anliegt — sich bedeutend von der Dotterhaut entfernt hat.

Zwei Stunden nachdem die Richtungskörperchen ausgetreten sind, also ungefähr vier Stunden nach der Befruchtung, hat das Ei sich in zwei vollständig gleiche Stücke getheilt (Fig. 24). Die leider zu dunkel granulirte Dottermasse machte es unmög-

lich genau nach zu forschen, welche Veränderungen in der Dottermasse während des Theilungsprocesses auftreten. Während der Theilung ändert der Dotter fortwährend seine Gestalt, indem er dann wieder der Dotterhaut fast vollständig anliegt, dann wieder um eine bedeutende Strecke sich von dem Dotter entfernt hat.

Die Dottertheilung geht jetzt regelmässig weiter; jedes Stück theilt sich jedesmal wieder in zwei vollständig gleiche Stücke. Sechs Stunden nach der Befruchtung haben sich vier (Fig. 25), nach acht bis neun Stunden haben sich acht Theilstücke gebildet. In diesem Stadium habe ich oft gesehen, dass erst vier der ursprünglichen acht Theilstücke sich regelmässig in zweie getheilt, während die vier anderen sich noch vollständig erhalten hatten und erst eine halbe Stunde nachher auch diese sich anfingen zu theilen.

Nach 20 bis 24 Stunden hat das Ei sich nach so genau möglicher Schätzung in 120—140 (Fig. 26) Stücke getheilt. Querschnitte durch die bis jetzt beschriebenen Stadien zeigen aufs deutlichste, dass die Furchungskugeln einander unmittelbar eng anliegen, dass also in keinem dieser Stadien eine Furchungshöhle vorhanden ist (Fig. 27).

Nach zwei Mal vier und zwanzig Stunden ist die Furchung beendigt. Das jetzt vollständig abgefurchte Ei besteht aus einer überaus grossen Zahl kleiner Furchungskugeln, welche fast alle von gleicher Grösse sind. Jede dieser Furchungskugeln besteht aus einer homogenen, zähen Flüssigkeit, in welcher die Dotterkörnchen abgelagert sind. In der Mitte befindet sich ein kleiner Kern mit einem vollkommen klaren Inhalt (Fig. 29). Macht man in diesem Stadium einen Querschnitt durch das so abgefurchte Ei, so bemerkt man dass die Furchungskugeln einander unmittelbar prall anliegen und alle noch dieselbe Structur zeigen (Fig. 28).

Am dritten Tag bemerkt man, dass die äussere Schicht der Furchungskugeln, welche das künftige Ektoderm bilden sollen, sich mit feinen Flimmerhaaren bedekt hat. Das Embryo fängt jetzt an noch innerhalb der Dotterhaut zu rotiren. Querschnitte durch Embryonen in diesem Stadium zeigen, dass sonst die äussere Schicht der Furchungskugeln, mit Ausnahme

der Flimmerhaare sich ganz noch so verhält wie die übrigen Furchungskugeln, welche ihr auch noch unmittelbar anliegen.

Am vierten Tag durchsprengt das Embryo die Dotterhaut, bleibt jedoch noch von der Eihaut umschlossen. Die Flimmerhaare des Ektoderms, (denn als solches dürfen wir jetzt wohl die äussere Schicht der Furchungskugeln betrachten) haben sich kräftiger ausgebildet. Zugleich bemerkt man, dass an dem einen Pole welche man als den „Afterpol" bezeichen kann, das Ektoderm sich etwas von den übrigen Furchungskugeln abhebt, dass also zwischen Ektoderm und den centralen Furchungskugeln in dieser Gegend eine helle Stelle sich zu bilden anfängt, welche die künftige Leibeshöhle bildet.

Am fünften Tage bemerkt man, dass an dem entgegengesetzten Pol, welcher den „Mundpol" darstellt, sich ein Bündel langer Geisselhaare entwickelt hat, während auch die übrigen Flimmerhaare des Ektoderms immer deutlicher und kräftiger werden. Das Ektoderm bildet eine einschichtige Lage schöner, mehr oder weniger abgeplatteter, äusserst blass feinkörniger Zellen mit deutlichem Kern. Zum grössten Theil liegt das Ektoderm den übrigen noch nicht differenzirten Furchungskugeln eng an, nur an der Stelle wo es sich zuerst von der centralen Furchungsmasse abgehoben hat, entfernt es sich mehr und mehr von derselben. In dem so entstandenen mit klarer Flüssigkeit angefüllten Leibesraum sieht man jetzt einige wenige Zellen von rundlicher Gestalt, sich frei hin und herbewegen. Diese Zellen welche das künftige Mesoderm bilden, sind von der centralen Furchungsmasse abgelöste Zellen. Sehr schön lassen sich besonders die Verhältnisse an Querschnitten studiren (Fig. 30).

In diesem Stadium durchbricht das Embryo auch die Dotterhaut und fängt an frei umherzuschwimmen.

Am sechsten bis siebenten Tag hat das Ektoderm sich mehr und mehr von der centralen Furchungsmasse abgehoben und nur an dem Pole wo sich die langen Geisselhaare befinden liegt das Ektoderm den centralen Furchungskugeln eng an. Der Raum zwischen den centralen Furchungunskugeln und dem Ektoderm ist immer grösser und grösser geworden, die Mesodermzellen sind bedeutend in Zahl zugenommen, während die Masse

der centralen Furchungskugeln viel kleiner geworden ist. Letztere haben sich jedoch noch nicht differenzirt, von einem Darm oder einer Mundöffnung ist noch nichts zu sehen, wovon man sich am besten an Querschnitten überzeugen kann. Die Zunahme der Mesodermzellen geht hauptsächlich wohl auf Kosten der centralen, noch nicht differentirten Furchungskugeln vor sich (Fig. 31 und 32). Von jetzt an verläuft die Entwickelung bei den verschiedenen Embryonen nicht mehr so gleichmässig. Die noch nicht differenzirten centralen Furchungszellen hangen jetzt als ein solider Zapfen frei in der Leibeshöhle. Am neunten bis zehnten Tag bemerkt man dass die peripherische Schicht dieses Zapfens sich deutlicher als eine besondere Zellenschicht differenzirt hat und das Entoderm, oder das Darmdrüsenblatt darstellt. Die übrigen von dieser Zellenschicht umschlossenen embryonalen Furchungskugeln sind theilweise sehon in fettige Degeneration zerfallen und bilden eine körnige Detritusmasse welche dem Embryo als Nahrung zus Gute kommt. In diesem Stadium können wir also sehr deutlich drei Keimblätter — Ektoderm, Mesoderm und Entoderm — unterscheiden. Einige der Mesodermzellen haben sich schon in sternförmige, mit zahlreichen Ausläufern verschene Zellen umgebildet, welche schon theilweise mit einander anastomosiren, theilweise das Entodern mit dem Ektoderm in Verbindung setzen und also zur Befestigung des embryonalen Darmes mit der äusseren Haut dienen, sie bilden also das embryonale Körperparenchym. (Vergl. Fig. 33). Um diese Zeit fängt der Bündel langer Geisselhaare am vorderen Körperende allmählich an zu schwinden; die Mesodermzellen wandeln sich mehr und mehr in Körperparenchymzellen um Die Entodermzellen zeigen jetzt auch eine deutliche Proliferation und rücken mehr und mehr dem hintern Körperende zu, welches sie am zwölften bis vierzehnten Tag endlich vollständig erreicht haben. (34). Die im vorderen Theil der Darmhöhle noch vorhandenen Furchungskugeln schwinden mehr und mehr, endlich bricht die Mund, etwas später auch die Afteröffnung durch, und hiermit ist die embryonale Entwickelung beendigt.

Ungeachtet aller darauf verwendeten Mühe, ist es mir nicht gelungen die Embryonen weiter zu züchten, sie entwickelten

sich nicht weiter und gingen allein diesem Stadium zu Grunden, so dass ich über die Entwickelung des Nervensystemes und des Rüssels nichts weiter angeben kann.

Wenn wir jetzt noch einmal die gewonnenen Resultate überblicken, so sehen wir zuerst, dass die Entwickelung bei *Malacobdella* eine directe ist. Drei Keimblätter: Ektoderm, Mesoderm und Entoderm lassen sich als drei scharf von einander getrennte Zellschichten nachweisen. Das Mesoderm bildet sich, wie bei Tetrastemma, nicht aus Entoderm oder Ektoderm, sondern direct aus embryonalen Furchungskugeln; zuerst bildet sich das Ektoderm; durch Abheben des Ektoderms von den übrigen centralen Furchungskugeln entsteht die erste Anlage der Leibeshöhle; durch Abspaltung der centralen Furchungskugeln entwickelt sich das Mesoderm; von den übrig gebliebenen centralen Furchungskugeln bildet die peripherische Schicht das Entoderm, die übrigen von dem Entoderm umschlossenen gehen in fettige Degeneration über und dienen dem Embryo zur Nahrung. Der von dem Entoderm umschlossenen, mit in fettiger Degeneration begriffenen Furchungskugeln gefüllte Raum bildet die Darmhöhle. Die Entodermzellen fangen jetzt an zu proliferiren und erreichen den hinteren Körperpol; Mund- und Afteröffnung brechen von innen nach aussen durch.

Die Entwickelung von *Mallacobdella* ist also eine directe, gerade wie bei *Tetrastemma*. Eine Gastraea fehlt.

Wir sehen also dass nicht allein der anatomische Bau, sondern auch die Entwickelung von Malacobdella vollkommen mit einer wahren Nemertine *(Tetrastemma)* übereinstimmt.

LITTERATUR.

(1) E. METSCHNIKOFF. Studien über die Entwickelung der Echinodermen und Nemertinen.
Mémoires de l'Acad. impériale des sciences de St. Pétersbourg. Bd. XIV. 1870.

(2) G. DIECK. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Nemertinen.
Jenaische Zeitschrift. Bd. 8. 1874.

(3) O. HERTWIG. Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies.
Morphologischen Jahrb. Bd. I. 1875.

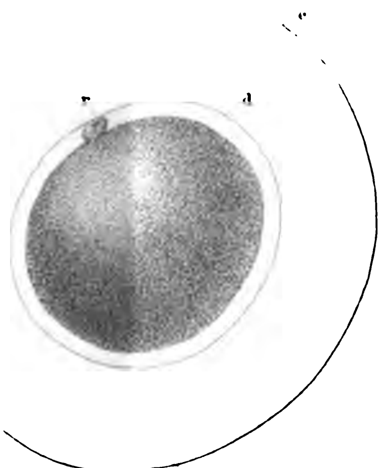
(4) O. BÜTSCHLI. Studien über die ersten Entwickelungsvorgänge der Eizellen, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. 1876.

(5) C RABL. Ueber die Entwickelungsgeschichte der Mahlermuschel.
Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. X. 1876.

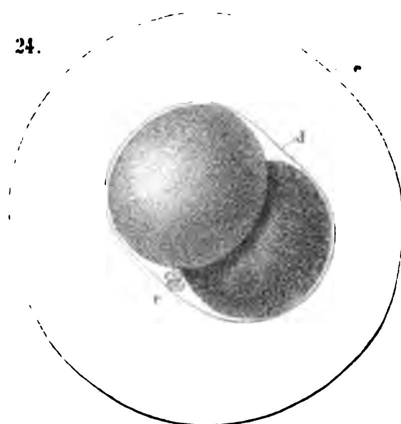
(6) C. K. HOFFMANN. Over de ontwikkelingsgeschiedenis van Tetrastemma varicolor Oersted. Eene bijdrage tot de kennis der Nemertinen.
Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, Afd. Natuurkunde, 2e Reeks, deel X. 1877.

C. K. HOFFMANN. Beiträge zur Kenntniss der Nemertinen.
I. Zur Entwickelungsgeschichte von Tetrastemma varicolor Oersted.
Niederl. Archiv für Zoologie. Bd. III. 3 Heft. 1877.

23



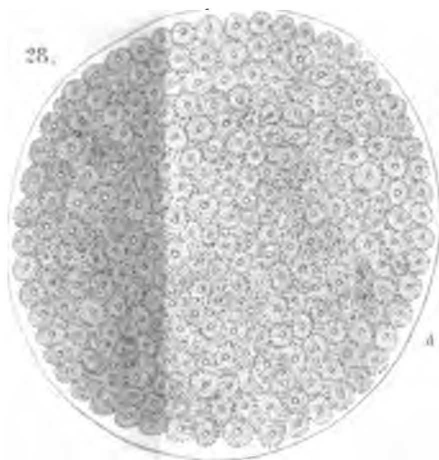
24.



29.



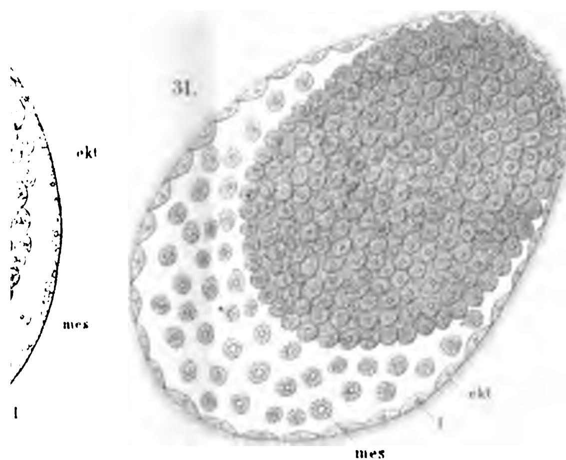
28.



33.



31.



34



ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Für Fig. 21—34 gültige Bezeichnung.

e. Eihaut.
d. Dotterhaut.
k. Kern.
r. Richtungskörperchen.
ekt. Ektoderm.
mes. Mesoderm.
ent. Entoderm.

Alle auf die Entwickelungsgeschichte Beziehung habenden Figuren sind vermittelst des Zeichenprismas entworfen.

Fig. 21. Unbefruchtetes geschlechtsreifes Ei von Malacobdella. (Das Ei ist gedrückt um den Kern besser sehen zu können Vergr. 180.

Fig. 22. Ei eine Stunde nach der Befruchtung. Vergr. 140.

Fig. 23. Ei zwei Stunden nach der Befruchtung. Die Richtungskörperchen sind ausgetreten. Vergr. 140.

Fig. 24. Ei in zwei gleich grosse Stücke getheilt. Vergr. 140.

Fig. 25. Ei in vier gleich grosse Stücke getheilt. (Eihaut fortgelassen). Vergr. 140.

Fig. 26. Ei 24 Stunden nach der Befruchtung. Vergr. 220.

Fig. 27. Querschnitt durch dieses Stadium. Vergr. 260.

Fig. 28. Querschnitt durch ein abgefurchtes Ei, zwei Mal vier und zwanzig Stunden nach der Befruchtung. Vergr. 260.

Fig. 29. Frische Furchungskugel aus diesem Stadium. Vergr. 420.

Fig. 30. Werklicher Längsschnitt eines Embryo des fünften Tages. Vergr. 260.

Fig. 31. Werklicher Längsschnitt eines Embryo des siebenten Tages. Vergr. 260.

Fig. 32. Embryo des siebenten Tages. Vergr. 260.

Fig. 33. Optischer Längsschnitt eines Embryo des zehnten Tages Vergr. 300.

Fig. 34. Bildung der Afters. Optischer Längsschnitt eines Embryo des vierzehnten Tages.

AFWIJKING

IN DE

BOGEN DER LENDENWERVELS.

DOOR

T. ZAAIJER.

De aangeboren afwijkingen, welke in de wervelkolom van den mensch worden waargenomen, hebben in de eerste plaats betrekking op het aantal wervels. Dit kan verminderd zijn; gewoonlijk wordt dan een der borst- of lendenwervels, slechts zeer zelden een der hals- of heiligbeenswervels gemist.

Vermeerdering van het aantal wervels wordt echter veel meer waargenomen; men heeft haar in alle gedeelten der wervelkolom gezien, maar zij komt eveneens in het halsgedeelte buitengewoon zeldzaam voor.

Enkele malen heeft men wigvormige, onvolkomen ontwikkelde wervels tusschen de anderen ingeschoven aangetroffen (z. g. Schaltwirbel); ook daardoor kan het aantal wervels vergroot zijn. In sommige gevallen van wervelverschuiving (spondylolisthesis) zijn dergelijke rudimentaire wervels in het lendengedeelte waargenomen *).

---

*) Zie: *Museum Anatomicum Academiae Lugduno-batavae*, Vol. 3, p. 351, Bonn, N°. 310 en Vol. 4, Tab. 51, fig. 2 en 3, waar een zeer belangrijk voorbeeld van deze afwijking beschreven en afgebeeld wordt; het voorwerp zelf is nog in de verzameling aanwezig. Verder MEYER (*Zeitschr. f. rat. Med.*, Neue Folge, Bd. 6, S. 152) en LAMBL (*Das Wesen und die Entstehung der Spondylolisthesis* in SCANZONI's *Beiträge zur Geburtshülfe und Gynaekologie* Bd. 3, S. 1.).

Onlangs zag ik aan een gedeelte van een wervelkolom, bestaande uit den 12den borstwervel en de bovenste 3 lendenwervels, een afwijking, die, voor zoo ver mij bekend is, nog nimmer beschreven is. Ik meen, dat zij belangrijk genoeg is om hier medegedeeld te worden. Het meest in het oog vallend is de vermeerdering der bogen, terwijl het getal der wervellichamen normaal is. Ik laat hier allereerst de beschrijving volgen.

De wervels zijn afkomstig van een volwassen persoon; geslacht en leeftijd zijn onbekend. Het schijnt te betreuren dat slechts 4 wervels onderzocht konden worden; maar dit bezwaar is gering omdat de afwijking, die hoofdzakelijk in den 3den lendenwervel zetelt, op de lager gelegen wervels weinig invloed kan uitgeoefend hebben, zoo als uit de beschrijving blijken kan.

Van het lichaam van den *derden lendenwervel*, dat niets abnormaals vertoont, ontspringt op de gewone wijze één boog; de wortel van dien boog heeft aan de linkerzijde een hoogte van 19 mm., aan de rechterzijde van slechts 16 mm.

De normale processus costarius is links 22 mm., rechts 26 mm. lang.

De processus mamillaris is aan beide zijden duidelijk; de processus transversus accessorius is links goed, rechts nauwlijks te herkennen.

In het tusschen de gewrichtsuitsteeksels gelegen gedeelte van den boog (de z. g. pars interarticularis) ziet men links de sporen eener vroeger bestaan hebbende scheiding in den samenhang (fig I. a). Aan de rechter zijde bestaat op dezelfde plaats die scheiding nog, en zijn de uiteinden van een gladde oppervlakte voorzien en ongeveer 1 mm. van elkander verwijderd (fig. II. b). Dit gewricht is verder van de basis van den rechter processus costarius verwijderd dan de plaats der vergroeiing van die van hetzelfde uitsteeksel aan de linkerzijde.

De bovenrand van het linker onderste gewrichtsuitsteeksel bevindt zich nagenoeg op dezelfde hoogte als de benedenvlakte van het wervellichaam; aan de rechterzijde staat de bovenrand van den processus articularis inferior 5 mm. lager.

Het onderste doornvormig uitsteeksel is met betrekking tot het lichaam van den wervel lager geplaatst dan gewoonlijk; het

laagste gedeelte komt zelfs nog beneden den onderrand der onderste gewrichtsuitsteeksels.

Aan normaal gevormde lendenwervels bevindt de onderrand van den processus spinosus zich in den regel ongeveer op gelijke hoogte met de ondervlakte van het lichaam, terwijl de processus articulares inferiores verder naar beneden reiken.

De processus spinosus van het onderste boogstuk wijkt, vooral beneden, naar links af en in verband hiermede is de stand van het achterste gedeelte van den ondersten boog sterk asymmetrisch.

Boven den tot dus ver beschreven boog en op een zeer eigenaardige wijze daarmede verbonden is een tweede achterste boogstuk, van processus spinosus en articulares voorzien, geplaatst. De vereeniging tusschen beide stukken komt op de volgende wijze tot stand.

De processus articularis superior van den ondersten boog is aan de linker zijde naar achteren en binnen gekeerd, is laag en bereikt nauwlijks het niveau der bovenvlakte van het wervellichaam. Daar tegenover staat, met een tusschenruimte van ongeveer 1 mm., een gewrichtsvlakte van het tweede boogstuk, dat daarboven nog een uitsteeksel bezit, waarvan de gewrichtsvlakte naar voren en buiten gekeerd is en met den processus articularis inferior van den tweeden lendenwervel articuleert.

De rechter helft van het tweede boogstuk is innig verbonden met den wortel van den ondersten boog. Aan de achterzijde ziet men de sporen eener vroeger bestaan hebbende scheiding tusschen deze deelen.

Het bovenste gewrichtsuitsteeksel verhoudt zich rechts geheel op dezelfde wijze als aan de linker zijde.

De rechter helft van het bovenste boogstuk is sterker dan de linker. Het bovenste doornvormig uitsteeksel is symmetrisch geplaatst. Tusschen de beide bogen bevindt zich een onregelmatige spleet.

Het lichaam van den *tweeden lendenwervel* vertoont geen afwijkingen.

De boog is sterk assymmetrisch, links veel krachtiger dan rechts, zooals blijken kan uit enkele maten, die ik aan beide zijden nam.

De wortel van den boog heeft links een hoogte van 17 mm., rechts van 15 mm. De afstand tusschen den bovenrand van den processus articularis superior en den benedenrand van den processus articularis inferior bedraagt links 42 mm., rechts 34 mm.

De processus costarius heeft eene lengte links van 16 mm., rechts van 15 mm.

De processus mamillaris en transversus accessorius zijn aan beide zijden duidelijk, maar links iets krachtiger dan rechts.

Het doornvormig uitsteeksel staat schuins en wijkt van links en boven naar rechts en beneden af. Zijn bovenrand komt iets hooger dan de bovenvlakte van het lichaam des wervels; de onderrand ligt nagenoeg in het niveau van den onderrand van den boogwortel.

De bovenste gewrichtsuitsteeksels zijn naar voren en eenigszins naar binnen gericht; het rechter benedenste gewrichtsuitsteeksel is geheel naar achteren, het linker tevens ietwat naar binnen gekeerd.

Het lichaam van den *eersten lendenwervel* heeft links een hoogte van 25 mm., rechts van 28 mm.

De wortel van den boog is aan beide zijden 17 mm. hoog.

De processus costarii hebben een lengte van 20 mm.

De processus mamillaris en transversus accessorius zijn links duidelijker dan rechts.

De afstand tusschen den bovenrand der bovenste en den benedenrand der onderste gewrichtsuitsteeksels bedraagt aan beide zijden 31 mm.

De gewrichtsvlakten van al de processus articulares zijn bijna geheel naar achteren gericht.

Het meest in het oog vallend is hier de geringe ontwikkeling van het achterste gedeelte van den boog en van den processus spinosus.

De hoogte van dit boogstuk bedraagt nauwlijks 10 mm.

De processus spinosus is aan het voorste gedeelte 8 mm. hoog, eindigt stomp naar achteren en heeft een lengte van 15 mm.

De gewrichtsvlakten der processus articulares inferiores van den *twaalfden borstwervel* zijn bijna geheel naar voren gericht. Overigens is deze wervel normaal.

De beschreven wervels vertoonen dus de volgende bijzonderheden:

1°. Verdubbeling van het achterste boogstuk en van het doornvormig uitsteeksel van den derden lendenwervel;

2°. Scheiding in den samenhang tusschen den boogwortel en het achterste stuk van den ondersten boog van denzelfden wervel;

3°. De abnormale stand van bijna al de gewrichtsuitsteeksels der beschreven wervels en van het doornvormig uitsteeksel van den tweeden lendenwervel;

4°. De geringe grootte van het achterste boogstuk en van den processus spinosus van den eersten lendenwervel.

Hoe moet in de eerste plaats deze verdubbeling van den boog van den derden lendenwervel opgevat worden en is zij voor verklaring vatbaar?

De normale ontwikkelingsgeschiedenis der wervelkolom geeft die verklaring niet; wij moeten haar dus elders trachten te vinden.

Vermeerdering van het aantal wervels in verschillende gedeelten der wervelkolom behoort, zoo als reeds in den aanvang werd opgemerkt, indien men het halsgedeelte uitzondert, volstrekt niet tot de zeldzaamheden.

Ik heb vóór mij de in de ontleedkundige verzameling alhier berustende wervelkolom van een volwassen man; hieraan bevinden zich slechts 6 halswervels, terwijl daarentegen 15 ribbendragende wervels aanwezig zijn. Het aantal der lenden- en der heiligbeenswervels bedraagt 5. Er zou twijfel kunnen bestaan of wat ik als eersten borstwervel beschouw niet liever als ribbendragende halswervel zou moeten opgevat worden; maar het geheele voorkomen van dezen wervel is met die laatste opvatting in strijd. In elk geval is het getal wervels met twee vermeerderd.

Niet altijd zijn de boven het normale getal aanwezige wervels behoorlijk ontwikkeld. In het begin noemde ik reeds als voorbeelden daarvan de z. g. Schaltwirbel en die gevallen van spondylolisthesis, waarbij rudimentaire wervels in het lendengedeelte zijn waargenomen.

Tusschen de geheel gevormde en de rudimentaire overtollige wervels bestaat echter geen wezenlijk verschil; beide vormen

hebben dezelfde beteekenis. Daar er alle grond bestaat om aan te nemen dat de verre voorouders van den mensch een veel grooter aantal wervels bezeten hebben dan de mensch in den regel thans bezit, moet de somtijds voorkomende vermeerdering van het aantal wervels als een atavistisch verschijnsel, als een „Rückschlag" opgevat worden.

Is die opvatting juist voor de geheele wervels dan moet zij, mijns inziens, ook hier gelden, waar wij te doen hebben met een vermeerdering van het aantal wervelbogen of liever met een boven het normale getal aanwezig achterste boogstuk.

Het onderste boogstuk behoort zonder eenigen twijfel tot den derden lendenwervel; het bovenste stuk is overtollig en het wervelligchaam benevens de boogwortel, waartoe dit stuk zou behoord hebben, ontbreken.

De tweede afwijking is de scheiding in samenhang tusschen den boogwortel en het achterste stuk van den ondersten boog.

Door MAYER *), LAMBL †), SCHWEGEL §) en anderen worden voorbeelden van deze afwijking, die zich vooral tot het lendengedeelte schijnt te bepalen, meegedeeld. Zij bestaat daarin, dat de continuiteit van den boog in het tusschen de gewrichtsuitsteeksels gelegen gedeelte (pars interarticularis) verbroken is; in sommige gevallen doet zij zich als een wezenlijk gewricht voor. In dit laatste geval kan zij den naam van diarthrosis interarticularis dragen **).

De ontleedkundige verzameling alhier bezit enkele voorbeelden van deze anomalie; aan de wervelkolom van een volwassen man zijn de achterste boogstukken van den 4den en 5den lendenwervel los gebleven. Aan twee bovenste sacraalwervels vond ik eveneens de achterste boogstukken los.

In den hier beschreven derden lendenwervel is aan de rechter zijde een diarthrosis interarticularis aanwezig (Fig. II. b);

---

*) VIRCHOW's *Archiv für pathol. Anat., Physiologie und klinische Medicin*, Bd. 16, S. 65.

†) t. a. p. bl. 32.

§) HENLE und PFEUFER, *Zeitschr für rationelle Medicin*, 3e Reihe, Bd. 5, S. 213.

**) LUSCHKA, *die Anatomie des menschlichen Beckens*, Tübingen, 1863. S. 91.

aan de linker zijde moet vroeger een dergelijke verhouding bestaan hebben. Aan die zijde zijn echter de beenuiteinden met elkander vergroeid geruimen tijd vóór dat de wervel zijn wasdom had bereikt.

Hieruit is de asymmetrie van den boog en den processus spinosus gereedelijk te verklaren.

Aan de rechter zijde toch is aan de met kraakbeen bekleede gewrichtsuiteinden de beenzelfstandigheid blijven doorgroeien, terwijl aan de linker zijde door de ankylose van het gewricht deze bron voor den beengroei was weggenomen. De massa moest dus rechts meer toenemen dan links en de doorn ten gevolge daarvan naar links afwijken.

Ik heb getracht eene verklaring te vinden van het somwijlen voorkomen dezer abnorme verhouding (synchondrose of gewricht) in het tusschen de gewrichtsuitsteeksels gelegen gedeelte van den wervelboog. Daar het daarvoor noodzakelijk was de normale ontwikkeling des wervels na te gaan, heb ik in de eerste plaats hen geraadpleegd, die zich daaromtrent het uitvoerigst hebben uitgelaten.

Ik bepaal mij hier tot een korte mededeeling der resultaten van M. J. WEBER en van RAMBAUD en RENAULT.

Volgens WEBER *) ontstaan in de lichamen van alle wervels, met uitzondering van de beide bovenste halswervels en van de staartbeenswervels 8 verbeeningspunten en wel 4 naast elkander liggende bovenste en 4 naast elkander liggende onderste. In de wervelbogen, die nog lang na de geboorte uit twee gescheiden helften bestaan, vormen zich twee verbeeningspunten. De beide helften van den boog vergroeien eerst met elkander bij het doornvormig uitsteeksel en eerst later met het lichaam. De accessoire verbeeningspunten aan de uitsteeksels en aan de boven- en benedenvlakte der wervellichamen kunnen hier buiten beschouwing blijven.

De resultaten van RAMBAUD en RENAULT †) wijken in vele

---

*) *Vollständiges Handbuch der Anatomie des menschlichen Körpers*, Bd I. S. 227. Leipzig, 1845.

†) *Origine et développement des os*, Paris, 1864, p. 73—76.

opzichten van die van WEBER af. Volgens hen heeft de ontwikkeling der wervels in den regel op de volgende wijze plaats. Omstreeks het midden der derde maand, somtijds iets later, vertoonen de wervels een in het midden gelegen ossificatiecentrum (point médian) en daarachter een tweede punt (point accessoire du médian); uit deze beide punten ontstaat het grootste gedeelte van het wervellichaam. Zijdelings komen twee verbeeningspunten (point latéral antérieur et postérieur); het voorste voor den boogwortel en een deel van het wervellichaam, het achterste van den eigenlijken wervelboog (toute la lame proprement dite.) Ten laatste komt er nog een „point latéral intermédiaire", gelegen aan de buitenzijde van de reeds met elkander vergroeide zijdelingsche punten, als aanleg voor het dwarse uitsteeksel. Daar de vergroeiing der beide zijdelingsche punten, indien ik het hieromtrent meegedeelde goed verstaan heb, vóór de pars interarticularis tot stand komt, kan daaruit het voorkomen der diarthrosis interarticularis niet verklaard worden. De mededeelingen van WEBER zijn daartoe evenmin voldoende.

Ten einde de zaak zoo mogelijk tot klaarheid te brengen heb ik een aantal wervelkolommen van zeer verschillenden leeftijd op dit punt onderzocht. Bij het jongste voorwerp, dat ik in verschen toestand te mijner beschikking kreeg, een vrucht van omstreeks vier maanden, was de pars interarticularis der wervels nog geheel kraakbeenig. Ik vervaardigde zeer dunne doorsneden van dit gedeelte van den wervelboog en zag nergens scheiding in den samenhang of een verschil in de plaatsing der kraakbeencellen, waaruit afgeleid kon worden dat later daar een scheiding zou kunnen tot stand komen. De resultaten, die ik aan oudere voorwerpen, zoowel vóór als na de geboorte, verkreeg, waren eveneens negatief.

De vergelijkende ontleedkunde verschaft niet meer licht. Het losblijven toch der wervelbogen bij schildpadden en krokodillen is niet gelijk te stellen met de hier bedoelde afwijking, daar de naad bij deze dieren tusschen het wervellichaam en den boog aangetroffen wordt op vrij grooten afstand vóór de pars interarticularis *).

*) Aan een jeugdig exemplaar van Crocodilus sclerops vond ik de bogen reeds geheel met de lichamen der wervels vergroeid.

Nadat dit onderzoek afgeloopen was zag ik dat SCHWEGEL *) de verklaring meende gevonden te hebben in het voorkomen van twee verbeeningskernen in elke helft van den wervelboog; hij voegt er echter bij, dat men slechts zelden zoo gelukkig is beide kernen te zien vóór dat zij met elkander vergroeid zijn. Of SCHWEGEL de beide zijdelingsche punten van RAMBAUD en RENAULT bedoelt, blijkt uit zijne mededeeling niet. Ik ben overtuigd dat het voorkomen van twee beenkernen in elke booghelft, die in de pars interarticularis met elkander zouden vergroeien, indien het werkelijk door SCHWEGEL waargenomen is, tot de groote zeldzaamheden behoort. De normale ontwikkelingsgeschiedenis verklaart het voorkomen der diarthrosis interarticularis niet.

De in de 3e en 4e plaats genoemde bijzonderheden vereischen slechts een paar woorden tot toelichting; zij zijn allen te beschouwen als gevolgen van de aanwezigheid van het overtollige wervelboogstuk. Daardoor is de doorn van den tweeden lendenwervel naar boven verplaatst; daardoor hebben de gewichtsuitsteeksels een afwijkenden stand verkregen en hebben eindelijk het achterste boogstuk en de doorn van den eersten lendenwervel, bekneld geraakt tusschen de beide aangrenzende wervels, zich niet dan uiterst gebrekkig kunnen ontwikkelen. Naar beneden heeft de primaire afwijking haar invloed veel minder ver uitgebreid, zoo als uit den stand van het doornvormig uitsteeksel en van de onderste gewichtsuitsteeksels ten opzichte van het wervellichaam blijkt.

Leiden, 26 Maart 1877.

VERKLARING DER PLAAT.

Fig. I. De wervels (in natuurlijke grootte) van de linkerzijde.
a. Sporen der vroegere scheiding.

Fig. II. Derde lendenwervel, van de rechterzijde.
b. Diarthrosis interarticularis.

*) t. a. p. bl. 318.

T. ZAAIJER, Afwijking der lendenwervels.

avons donné pour la constante c_1

$$c_1 = r_0 v_0 \sin \beta ,$$

*) t. a. p. bl. 318.

NOTE

SUR LE

MOUVEMENT ELLIPTIQUE.

PAR

M. G. F. W. BAEHR.

Communiquée dans la séance de Janvier 1877.

On sait qu'un point matériel, attiré vers un centre fixe en raison inverse du carré de la distance, décrit une ellipse dont le centre d'attraction est un des foyers, quand sa vitesse initiale v_0 ne passe pas par ce centre et est moindre que la vitesse v_1 qu'il aurait au centre s'il y tombait librement avec une accélération constante et égale à celle de l'attraction dans sa position initiale.

L'équation de cette ellipse par rapport à ses axes principaux est

$$\frac{x^2}{\frac{\mu^2}{c^2}} + \frac{y^2}{\frac{c_1^{\,2}}{c}} = 1 \ ,$$

où μ est l'accélération de l'attraction à l'unité de distance; du théorème des forces vives on déduit pour la constante c

$$c = \frac{2\mu}{r_0} - v_0^{\,2}$$

r_0 étant le rayon vecteur initial, tandis que le théorème des aires donne pour la constante c_1

$$c_1 = r_0 \, v_0 \sin \beta \ ,$$

où β est l'angle entre la direction de r_0 et v_0. Initialement l'accélération de l'attraction est

$$\frac{\mu}{r_0^2},$$

et l'on a pour la vitesse v_1 désignée ci-dessus,

$$v_1 = \sqrt{\frac{2\mu}{r_0}}, \text{ d'où } \mu = \tfrac{1}{2} r_0 v_1^2 .$$

Si l'on introduit v_1 au lieu de μ on trouve pour les demi-axes de l'ellipse

$$\frac{\mu}{c} = a = \frac{r_0 v_1^2}{2(v_1^2 - v_0^2)}, \quad \frac{c_1}{\sqrt{c}} = b = \frac{r_0 v_0 \sin\beta}{\sqrt{(v_1^2 - v_0^2)}},$$

et par conséquent

$$\frac{a \sin\beta}{b} = \frac{v_1^2}{2 v_0 \sqrt{(v_1^2 - v_0^2)}},$$

ce qui, dans la supposition de $v_0 < v_1$, est toujours plus grand que l'unité, en sorte que a est le demi-grand axe passant par le foyer et dont la longueur est indépendante de la direction de v_0. Toutes les trajectoires elliptiques, décrites autour du même centre d'attraction, avec des vitesses initiales égales mais de directions différentes, ont des grands axes égaux mais dirigés différemment.

On déduit de ce qui précède une construction géométrique très simple pour la trajectoire.

Supposons premièrement $\beta = 90°$, c'est-à-dire, que la vitesse initiale soit perpendiculaire au rayon vecteur, dont la direction sera alors la direction du grand axe. La vitesse initiale v_0 étant donnée, on peut considérer comme connu le rapport de cette vitesse à la vitesse v_1, et représenter ces deux quantités par deux droites quelconques qui sont entre elles dans ce

rapport. Soit ainsi, fig. 1, S le centre d'attraction, P la position initiale du mobile attiré; P A, perpendiculaire à S P, la direction de v_0 et représentons cette vitesse par S P $= r_0$. Si alors on décrit du centre S, avec la droite qui d'après le rapport connu doit représenter r_1, un arc de cercle qui coupe P A en B; qu'on prolonge la perpendiculaire P C sur S B jusqu'à ce qu'elle rencontre la perpendiculaire S D à S P en D, et qu'enfin on mène par D une parallèle à B S jusqu'à ce qu'elle rencontre le prolongement de P S en P', alors P' sera l'autre sommet, et P P' le grand axe de l'ellipse.

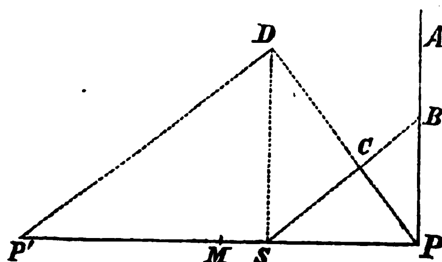


Fig. 1.

En effet, on voit dans la figure, que l'on a

$$PB^2 : BS^2 = BC : BS = PS : PP'$$

ou

$$v_1^2 - v_0^2 : v_1^2 = r_0 : PP',$$

donc $PP' = 2a$.

Connaissant le grand axe et un des foyers le reste s'en déduit directement; le milieu M de P P' est le centre, M S l'excentricité, et par conséquent, dans ce cas où v_0 est perpendiculaire à r_0, S D sera la longueur du demi-petit axe.

L'analyse donne pour le temps T d'une révolution

$$T = 2\pi a \sqrt{\frac{a}{\mu}},$$

mais, d'après ce qui précède, on a

$$\frac{a}{\mu} = \frac{2a}{r_0 v_1^2} = \frac{1}{v_1^2 - v_0^2},$$

de sorte que l'on peut écrire

$$T = \frac{2\pi a}{\sqrt{(v_1^2 - v_0^2)}},$$

ce qui montre que le temps de révolution est le même que celui d'un mobile, qui se meut avec une vitesse uniforme, représentée par P B, dans le cercle décrit sur le grand axe P P'. Dans la figure on voit que le centre de l'ellipse coincidera avec le centre S de l'attraction, ou que la trajectoire sera un cercle, quand l'angle B S P = 45°, donc quand $v_0^2 = \frac{1}{2} v_1^2$. Le centre d'attraction S sera le foyer le plus rapproché ou le plus éloigné du sommet initial suivant que l'angle B S P est plus petit ou plus grand que 45°, ou v_0^2 plus grand ou plus petit que $\frac{1}{2} v_1^2$.

Si la direction de la vitesse initiale fait un angle quelconque avec le rayon vecteur, on peut déterminer comme dans le cas précédent la longueur du grand axe et le temps de révolution, qui sont indépendants de cette direction. Soit ensuite fig. 2. P A la direction de v_0, on trouvera l'autre foyer S' de l'ellipse en faisant $\angle$ A P S' = $\angle$ A P S et prenant P S' = $2a$ − P S; S S' est alors la direction du grand axe, et le milieu M de S S' le centre de l'ellipse. Pour les différentes directions du grand axe la distance P S' reste constante, et par conséquent aussi la longueur de M O parallèle à P S', qui de plus passera toujours par le même point O, milieu de S P. Ainsi le lieu géométrique du centre des différentes trajectoires que l'on obtient en variant dans un même plan la direction de la vitesse initiale, dont la grandeur reste constante, est un cercle qui a son centre au milieu du rayon vecteur initial, et dont le rayon est égal à la moitié de la différence du grand axe avec le rayon vecteur initial.

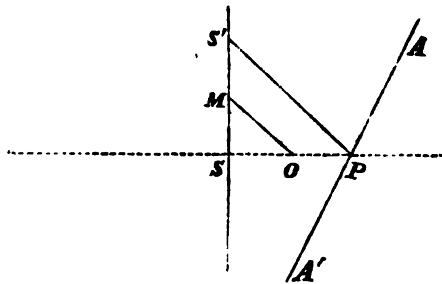


Fig. 2.

On voit par là comment on peut construire le lieu géomé-

trique des sommets, qui présente encore ce cas remarquable. Si la vitesse initiale est en grandeur telle, que pour une direction perpendiculaire au rayon vecteur, la trajectoire serait un cercle, on a, pour une direction quelconque, P S' = P S; alors P M sera toujours perpendiculaire à S S', S S' parallèle à P A, et le cercle des centres M sera le cercle décrit sur P S comme diamètre. Donc, alors les grand axes des trajectoires seront parallèles à la direction de la vitesse initiale, la position initiale P du mobile sera un des sommets du petit axe; le lieu de l'autre sommet de cet axe sera le cercle de rayon S P décrit du centre S, et le lieu des sommets du grands-axe, sera la courbe nommée *limaçon de Pascal.*

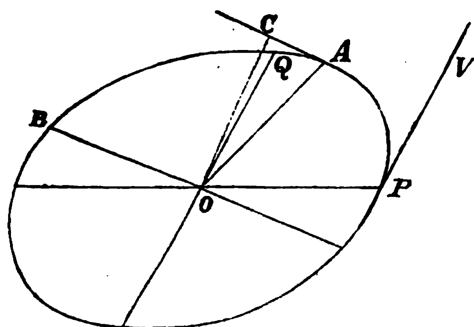


Fig. 3.

Quand l'attraction est en raison directe de la distance on a, prenant l'axe des x suivant la rayon vecteur initial et l'axe des y, ou O Q, fig. 3, parallèle à la vitesse initiale P V, pour l'équation de la trajectoire

$$\frac{x^2}{r_0^2} + \frac{y^2}{\frac{v_0^2}{\mu}} = 1 ,$$

où r_0 = O P, et où μ représente l'attraction sur l'unité de masse à l'unité de distance; les axes des coordonnées sont deux diamètres conjugués.

On trouve pour la vitesse v_1, que le mobile aurait au centre O, en partant sans vitesse initiale de P, et se mouvant sous l'action d'une force directement proportionelle à la distance,

$$v_1 = r_0 \sqrt{\mu}$$

en sorte que l'on a

$$OP : OQ = r_0 : \frac{v_0}{\sqrt{\mu}} = r_0 : \frac{r_0 v_0}{v_1},$$

ou

$$OP : OQ = v_1 : v_0,$$

ce qui détermine entièrement la trajectoire quand on sait le rapport de v_0 à v_1.

Le temps T d'une révolution est donnée par la formule

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\mu}}$$

ou, introduisant v_1,

$$T = \frac{2\pi r_0}{v_1};$$

ce temps, qui d'ailleurs ne dépend que de la constante μ de l'attraction, est donc le même que celui d'une révolution d'un mobile qui parcourt, avec une vitesse uniforme égale à la vitesse finale v_1, le cercle décrit avec le rayon vecteur initial.

Si le mobile est venu dans un point A de sa trajectoire, sa vitesse est parallèle au diamètre O B conjugué de O A, et inversement proportionelle à la perpendiculaire O C abaissée du centre des forces sur sa direction. Mais, d'après une proprieté de l'ellipse, l'aire du parallèlogramme construit sur deux diamètres conjugués étant constante, la perpendiculaire O C est inversement proportionnelle au demi-diamêtre O B, et par conséquent la vitesse elle même est directement proportionnelle à O B. Si donc on représente la vitesse initiale par le demi-diamètre O Q qui lui est parallèle, la direction et la grandeur de la vitesse dans un point quelconque de la courbe seront celles du demi-diamètre conjugué du rayon vecteur. Ainsi la trajectoire, dans le cas de mouvement libre d'un point matériel, est en même temps la courbe nommée *hodographe*.

Delft, Janvier 1877.

DOLICHOTIS CENTRALIS WEYENB. *)

EEN NIEUWE VORM DER SUBUNGULATA, UIT ZUID-AMERIKA,

DOOR

Dr. H. WEYENBERGH,

HOOGLEERAAR DER ZOOLOGIE AAN DE NATIONALE UNIVERSITEIT TE CORDOVA, IN DE ARGENTIJNSCHE REPUBLIEK EN LID DER NATIONALE ACADEMIE VAN WETENSCHAPPEN.

Op eene der reizen, in het begin dezes jaars door den schrijver dezer regelen, op order der Argentijnsche regeering ondernomen, met het doel de dieren des lands en hunne levenswijze nader te leeren kennen, werd ik niet weinig verrast door de kennismaking met eene nieuwe soort van het geslacht *Dolichotis* DESM., waarvan, gelijk men weet, tot dusver slechts één soort, *D. patagonica*, bekend is. Het bijzonder doel dezer reis was het onderzoek der noorderhelft der Sierra de Cerdoba, en reeds den tweeden dag maakte ik kennis met het dier dat ons bezig houdt; zij 't ook dat die kennismaking nog slechts een

---

*) In een opstel, gedagteekend: Buenos-Ayres, 8 Augustus 1875, en door de Zoological Society ontvangen 20 September 1875, heeft reeds Burmeister dezelfde soort beschreven en afgebeeld onder den naam van *Dolichotis salinica*. Aan dien naam komt dus de voorrang toe. Blijkbaar was de aflevering der *Proceedings*, waarin op p. 634 die beschrijving voorkomt, nog niet te Cordova aangekomen, toen de heer Weyenbergh zijn opstel aan mij afzond. De begeleidende brief is van 26 October 1876.

Daar echter beide beschrijvingen elkander op sommige punten aanvullen en de heer Weyenbergh gelegenheid heeft gehad een veel grooter getal exemplaren dan Burmeister zag te vergelijken, en hij deze bovendien in den levenden staat kon gadeslaan, zoo is de uitgave van zijn opstel nog niet overbodig geworden.

Het is een inderdaad opmerkelijk feit, dat in dit gedeelte van Zuid-Amerika twee soorten van het geslacht *Dolichotis* leven die, zoowel in uitwendig voorkomen als in levenswijze, de vicarieerende vormen van de beide Europeesche *Lepus*-soorten zijn. Hg.

„hooren zeggen" was; eene persoonlijke ontmoeting had den volgenden dag plaats *).

Een der personen, die wij onder weg aanspraken, deed ons namelijk eene mededeeling over de groote menigte „Conejos", die tusschen de dorpen Perchel en Quilpo te vinden waren. Ik meende dat hij van *Cavia-* en *Anoema*-soorten sprak, waarvan een paar der algemeensten door de bevolking van Cordova „Conejitos" genoemd worden, en zeide daarom dat dit mij niet zou verwonderen en de mededeeling mij niet belangrijk voorkwam. „No, Señor, no hablo de conejitos, sino de conejos, „animales-casi tan grandes como la liebre: tienen una completa „semejanza à las liebres, pero son distintos" †).

„Liebre" (haas) heet hier de *Dolichotis patagonica* WAGN. §.) Wèlk het dier kon zijn dat „volkomen op deze soort gelijkend, „toch er van verschilt", was mij onklaar, daar van het geslacht *Dolichotis* tot heden slechts deze ééne soort bekend is, eene soort die vrij algemeen en genoegzaam onderzocht is, om, als men haar meermalen reeds gezien heeft, weinig belang meer in te boezemen als nieuwheid, hoe belangwekkend zij voor het overige zijn moge. Ik dacht dus dat de mededeeling wel neêr zou komen op eene vergissing met een ander genus, of hoogstens, op eene jeugd- of kleur-verscheidenheid, evenals bij ons de jagers de haas, *Lepus timidus* L., wel in bosch-, duin- en heide-haas onderscheiden. Ik was dus niet zeer, maar toch

---

*) Voor de wetenschappelijke resultaten der reizen verwijs ik naar de algemeene „Rapporten" aan de regeering ingediend en welke gepublieeerd zijn en worden in *Boletin de la Academia Nacional de Ciencias*. T. II. De resultaten der studie van het verzameld materiaal zullen in de *Actas* derzelfde Academie van tijd tot tijd het licht zien. Slechts enkele artikelen zullen, gelijk het bovenstaande, in Europeesche tijdschriften verschijnen, daar de regeering er op gesteld is, dat althans de eerste publicatie hier in Argentina zelf geschiede. Een kort verslag der reizen gaf ik als „Een Nederlander in den vreemde. Brieven uit Zuid-Amerika", in het dagblad *Het Nieuws van den Dag*.

†) BURMEISTER heeft in zijne Reise durch die La-Plata-Staaten, Bd. II p. 425, evenals ik aanvankelijk ook deed, beide namen met elkander verward. Hij zegt van *Cavia leucophyga* BRANDT: „Conejo der Einheimischen". Dit is onjuist; de inboorlingen noemen de *Cavia*-soorten nooit „Conejo" (Conejo), maar gebruiken daarvoor het verkleinwoord „Conejito". Deze verwarring mag wel de reden zijn, waarom geen der vroegere reizigers in deze streken de onderhavige soort onderscheiden heeft.

§) WAGNER in SCHREBER's *Säugethiere*. Suppl. IV. 66. 1.

eenigszins nieuwsgierig om den „conejo" te leeren kennen, toen wij den volgenden dag de aangeduide streek doorreden, en werkelijk duurde het niet lang of (het was in den vooravond als wanneer dergelijke dieren gaan grazen) een voorwerp was in mijn bezit. Ik herkende natuurlijk onmiddellijk het geslacht *Dolichotis*, en tevens zag ik dat het *Dolichotis patagonica* niet was, maar eene zeer verschillende soort, die door de kleinheid harer hoefachtige nagels (in vergelijking met *D. patagonica*) bijna scheen een ander geslacht te moeten vormen. Bij nauwkeuriger studie zie ik echter geen bezwaar de soort in het zelfde geslacht op te nemen, welks kenmerken zij in alle overige opzichten vertoont. De volgende dagen werden verscheidene dezer dieren geschoten, en hun uitmuntend vleesch leverde gedurende de geheele bergreis ons een hoofdschotel op. Wegens zijn voorkomen in het centrum des lands heb ik het dier *Dolichotis centralis* genoemd.

Nu ik deze regelen schrijf, heb ik acht voorwerpen voor mij liggen, van verschillenden leeftijd en sexe, oude en jonge mannetjes, en oude en jonge wijfjes, daarenboven eenige schedels en een foetus, terwijl onder mijne schrijftafel zich eene levende tweejarige „liebre", *D. patagonica,* bevindt; alles van mijne bergreis afkomstig. De „liebre", in eene hut van zijne jeugd af opgevoed, is geheel een huisdier geworden.

Vergelijkingsmateriaal ontbreekt mij dus niet, en ik zal trachten in de volgende bladzijden een nauwkeurige beschrijving der nieuwe soort te geven, haar tevens met de lang bekende *D. patagonica* kortelijk vergelijkend. Mijne aanteekeningen en het foetus stellen mij in staat eenige bijzonderheden omtrent zijn anatomischen bouw en zijne levenswijze daaraan toe te voegen.

Haarbekleeding. De neus is met zeer korte haren bekleed, die alleen op den rand der neusvleugels ontbreken. Op den kop wordt het haar langer, maar de ooghoeken zijn kaal en de ooren spaarzaam met haren bedekt. De hals en het lichaam dragen fijne haren van ongeveer 1,5 centimeter, die zeer dicht staan, zoodat de pels fraai verdient te heeten. Aan de pooten zijn de haren weder korter, vooral aan de hand en den voet, hoewel om de nagels eenige langere haren staan. Aan de oksels vindt

men gewoonlijk eene kale plek. De zwarte huid der handpalmen is naakt, evenzoo de langgerekte hiel- en voetzoolen. Terzijde van den neus op de bovenlip staat een bundel (12—15) zwarte snorharen, van welke de langste 1 decimeter heeft: de vrij korte oogharen zijn stijf en zwart. Boven de oogen staan nog twee à vier zwarte, lange haren. Het korte staartstompje draagt terzijde zeer korte haartjens.

De kleur der korte haren komt in 't algemeen met die van het konijn onzer duinen (*Lepus cuniculus* L.) overeen, slechts ietwat naar het bruine trekkend. De basis van elk haar is grauwachtig grijs, daarop volgt een min of meer zwart gedeelte, dat onmiddellijk in geelachtig bruin overgaat, en de dan volgende spitse punt is grijsachtig zwart. Neemt, zooals in de oudere dieren het geval is, de bruine kleur meer de overhand, dan ontstaat daardoor eene ros vale kleur, die op het kruis het eerst zichtbaar wordt, en bij de oude wijfjes het sterkst aan den dag treedt. Bij jonge voorwerpen is de kleur meer grijsachtig en bij zeer jonge volkomen grijs. De grijze tint blijft bij de mannetjens langer voorheerschend dan bij de wijfjes.

De haren aan borst en buik zijn vuil wit (bij het jonge dier vuilgrijs) en evenzoo de binnenzijde der dijen en armen. Ook onder de keel vindt men eene lichtere vlek en evenzeer aan de billen; somtijds ook zijn de lippen lichter van kleur, zonder echter bepaald wit te worden. Eene lichte vlek vind men verder achter de ooren, aan den binnen en buiten-ooghoek, en vaak een weinig als om het oog heenvloeiend. De wangen zijn gewoonlijk het sterkst rood-bruin gekleurd. De nagels zijn zwart, alsmede de oogranden en de oogen (iris) zelve.

Gedaante. De voorpooten hebben vier teenen, die betrekkelijk klein zijn en kleine, scherpe nagels dragen; de tweede is de langste; aan de achterpooten drie teenen met nagels, die sterker zijn dan die der voorpooten en welker middelste verreweg de grootste is. (Zie die der vrucht fig. 1 en 2, bl. 256 en 257). Op de zoolen ziet men eeltachtige verhevenheden. Over het staartstompje heb ik reeds gesproken.

De vorm van den schedel is vrij breed en de lippen vrij dik, de bovenkaak hoog, de onderkaak daarentegen bijna onder de bovenkaak verscholen. Men zou de mondopening veel dichter

onder den neus zoeken, dan zij in werkelijkheid staat. De oogen staan op bijna 2 centimeters van den ooghoek en ruim 1½ centimeter van elkaâr. Onmiddellijk onder de oogen ziet men eene zwarte, naakte plek, die zich tot aan de zijden van den hals uitstrekt. De lengte der ooren, van de basis op den schedel tot aan de spits gemeten, is 5 centimeters: hunne basis is breed, en het oor gaat breed omhoog, daarop snel zich toespitsend.

De mannelijke zoowel als de vrouwelijke genitaliën staan in eene naakte, zwarte huidplooi, aan den buik verborgen. De twee paren tepels staan ver naar buiten, bijna aan de zijden des lichaams.

Afmetingen. Volwassen-lengte van de neusspits tot aan den staart 4 decimeters. De hoogte (van den grond tot aan de bovenlijn des rugs), als het dier op de vier pooten staat (niet als het zit), is ruim 2,5 decimeters. De lengte der voorpooten bedraagt ongeveer 10 centimeters, die der achterpooten bijna het dubbele; een gevolg daarvan is dat, als het op de vier pooten staat, het kruis merkelijk hooger is dan de schouder, hetgeen nog meer zou uitkomen als de voorschoft niet zoo hoog was. De lengte van den schedel, over het voorhoofd gemeten (van de neusspits tot tusschen de ooren) bedraagt 9 centim., die van den hals, van daar af, 10 centim.

Skelet. Van het skelet moet ik mij hoofdzakelijk tot den schedel bepalen; daar ik op de reis geen gelegenheid had een geheel skelet te prepareeren.

De schedel is in verhouding tot het dier klein, namelijk wanneer men den betrekkelijk vrij grooten schedel van *Dolichotis patagonica* er mede vergelijkt. De neusbeenderen zijn vlak, de bovenkaak hoog en steil, zoo ook het achterhoofd; de orbitaalranden zijn zeer uitpuilend. De jukboog is sterk, en de bovenkaak bereikt het voorhoofdsbeen niet, dewijl zich het traanbeen daartusschen dringt. Evenals de geheele schedel-bouw komt ook het tandstelsel vrij wel met de bekende soort overeen (4 kiezen in elke kaak), elke kies met twee knobbels, die een min of meer driehoekigen vorm hebben. Het schijnt mij dat op dit punt eenige duisterheid of verwarring bestaat omtrent *Dolichotis patagonica*, eene duisterheid, die door eene studie der tanden op verschillenden leeftijd zou zijn op te hel-

deren. Voor heden echter is mij dit niet mogelijk. Daarom kan ik eenige verschillen, die ik geloof in de knobbels der achterste bovenkies en de eerste onderkies waar te nemen bij mijne soort, voor het oogenblik niet nader aanduiden.

De snijtanden zijn smal en wit aan de voorvlakte, zelden van eene bruinachtige of vuil-gele kleur voorzien; waar dit laatste het geval is schrijf ik het aan den hoogeren ouderdom toe. Op het tandstelsel van het geslacht *Dolichotis*, voor en na de tandwisseling en in verband met den toestand dezer organen bij vrucht, hoop ik later in een afzonderlijk artikel uitvoerig terug te komen, zoodra ik schedels van *D. patagonica* voor de tandwisseling in mijn bezit heb, het eenige wat mij nog ontbreekt.

Gelijk bij *D. patagonica* het geheele dier veel grooter en krachtiger gebouwd is, zoo is ook het skelet dezer soort veel zwaarder. Verschillen vond ik bij eene oppervlakkige beschouwing der voornaamste losse beenderen niet, dan alleen in de staartwervels, die veel zwakker zijn bij *D. centralis* dan bij *D. patagonica*, hetgeen met het verschil in den vorm van dit staartstompje der beide soorten overeenkomt; bij de laatste soort is het dikker en bijna haarloos, bij de eerste nog kleiner, spitser en zeer kort behaard. Dat de veel zwakkere bouw der teenen zich ook in het skelet openbaart, spreekt van zelf. Voor het overige kan ik volstaan met naar BURMEISTER's korte beschrijving, p. 423 der „Reise durch die La-Plata-Staaten" T. II, waar het skelet van *D. patagonica* beschreven is, te verwijzen, hetgeen in hoofdzaak ook op *D. centralis* van toepassing is.

Overige organen. Hetgeen BURMEISTER op dezelfde aangehaalde bladzijden over de splanchnologie meêdeelt, geldt ook van deze soort. De lengte des darms is echter slechts 10 voet en de maag niet grooter dan een ganzen-ei, en ook het coecum, dat BURMEISTER in *D. patagonica* driemaal zoo groot als de maag vond, vind ik in *D. centralis* slechts iets grooter dan de maag of even groot. Ook de ligging van den penis in de voorhuid is zoodanig, dat de urinestraal achterwaarts gericht is.

De uterus is een ware uterus bipartitus en de linkerhoorn, waarin bij een drachtig wijfjen het foetus zich bevond, was zeer groot; de rechterhoorn scheen, in vergelijking met den linker, atrophisch, ja zelfs eenigszins rudimentair. In een niet

drachtig wijfje — (wellicht had het pas geworpen, daar omstreeks dezen tijd (Maart) deze soort werpt), — vond ik de verhouding evenzoo, en ik maak daaruit de gevolgtrekking, dat in den regel alleen de linkerhoorn bezwangerd wordt, en de soort niet meer dan één jong werpt, hetgeen in zooverre met *D. patagonica* schijnt overeen te komen.

Alvorens iets over de levenswijs mede te deelen, wil ik met eenige woorden de verschillen aangeven tusschen *Dolichotis patagonica* WAGN. en mijne *Dolichotis centralis*.

Wat de grootte betreft, zoo verhoudt zich *D. centralis* tot *D. patagonica* als *Lepus cuniculus* tot *Lepus timidus*; vooral de kop van *D. patagonica* is grooter en zwaarder gebouwd, zooals ik reeds opmerkte. De ooren van *D. centralis* zijn betrekkelijk iets grooter dan die van *D. patagonica*. De kleur van *D. patagonica* is een fijner grijs op den rug, men zou het petit-gris kunnen noemen. De witte basis der haren is veel langer en het gedeelte dat de zwarte spits voorafgaat, is helder wit of hoogstens geelachtig. De haren zelve zijn ook langer. De ooren zijn sterker behaard bij *D. patagonica*, aan den binnenrand der oorschelp, aan de basis en de franje witachtig. De kale, zwarte plek aan de basis der ooren ontbreekt bij *D. patagonica* ook, en de ooghoeken zijn kort behaard. De zijden van den kop zijn roodbruin en de bovenlip wit of grijs; op het achterhoofd tusschen de ooren staan de haren in een bos of lange kuif te zamen. Bij de „liebre" is de borst ook geel bruin; van witte vlekken aan den kop, achter de ooren of aan de oogen ziet men geen spoor. Eerst tusschen de voorpooten wordt de bruine kleur der borst wit, eene kleur, die zich verder over den geheelen buik tot aan de geslachtsorganen en billen uitstrekt en ook aan de binnen- en voorzijde der dijen eigen is; aan de voorpooten ziet men echter slechts eene smalle streep wit aan de achterzijde, zijnde de binnenrij dezer deelen geelbruin. In beide soorten is de keel wit.

Een der grootste uitwendige verschillen vindt men in de teenen en nagels; de teenen zijn veel grover bij de „liebre" dan bij de „conejo"; en daardoor de voeten breeder. Reeds

bij de vier voorteenen zijn de nagels veel krachtiger bij *D. patagonica* dan bij *D. centralis*, maar vooral aan de drie achterteenen openbaart zich dit duidelijk, daar bij de eerste de zware, dikke, gekromde nagels veel meer op hoefjes gelijken. De inwendige verschillen heb ik hierboven reeds aangestipt.

Levenswijs. Men vindt de beide soorten van *Dolichotis* in dezelfde streken, maar *D. patagonica* strekt zich veel verder naar het zuiden uit, terwijl *D. centralis* tot het centrum des lands beperkt is. Waar de laatste voorkomt is ook de eerste te vinden, maar niet overal waar de „liebre" zich vertoont, leeft ook de „conejo". Waar beiden voorkomen, is de laatste talrijker. Deze soort is inderdaad op vele plaatsen zeer talrijk, vooral daar waar laag kreupelhout staat, waarin zij zich verschuilen en hare holen maken kan. De „liebre" leeft meer in streken met hooger opgaand hout, in welks opene plekken zij vooral op gramineën graast; de „conejo" daarentegen schijnt meer struiken en kruiden af te knagen. Ook leeft de „liebre meer in verlatene viscacha-holen (*Lagostomus trichodactylus* WAGN.) en graaft er zelf geene. In de avond- en morgenschemering graven deze dieren. Te Soto kwamen de „conejos" tot op de plaza. Als wij eens laat in de schemering, het was bijna geheel donker, een geschreeuw op de plaza voor onze deur waarnamen en de oorzaak opspoorden, zagen wij bij het licht dat uit onze deur straalde, een „sorro" (*Pseudalopex* (*Canis*) *Azarae*. WATERH.) met een „conejo" in den bek, passeeren.

Inderdaad is het alsof deze beide *Dolichotis*-soorten onze beide soorten van *Lepus* in Zuid-Amerika vertegenwoordigen, n. l. *D. patagonica* onze haas in grootte, kleur en gang., *D. centralis* ons konijn in kleur, grootte en levenswijs. Beiden zijn echter grooter dan de hier aan hen geparalleliseerde vormen van westelijk Europa. *D. patagonica* springt in snelle, groote sprongen en loopt hard; *D. centralis* huppelt meer in korte sprongen en loopt zelden. Ook in de wijze van zitten ziet men dezelfde overeenkomst tusschen *D. patagonica* en *Lepus timidus* ter eene en *D. centralis* en *L cuniculus* ter andere zijde. Ook de aard der beide *Dolichotis*-soorten is verschillend. *D. patagonica* is schuw, *D. centralis* laat zich vrij dicht naderen en is daardoor veel gemakkelijker te schieten.

Het eigenaardig fleemend stemgeluid van *D. patagonica*, dat op den klank „oennie" gelijkt en steeds gehoord wordt, heb ik van *D. centralis* nooit vernomen. Wordt de „liebre" gejaagd, dan zet zij het op een loopen, wordt de „conejo" gejaagd, dan verschuilt hij zich.

Men zegt gewoonlijk, dat, toen de eerste Europeanen hier aankwamen, zij een woordenboek vol namen medebrachten, die zij met betrekking tot de dierenwereld zoo goed mogelijk te plaatsen zochten; zoo noemden zij de „puma" der Indiaansche bevolking „leeuw" en de jaguar (once) „tijger". Vele andere voorbeelden zou ik kunnen aanhalen van namen van welke eenige beter gekozen verdienen te heeten dan die van „leeuw" en „tijger", maar nog meerdere daarentegen die nog veel minder gelukkig gekozen zijn; ik behoef slechts *Myopotamus coypus* CUV., dien zij otter („nutria") noemen, en *Hydrochoerus capybara* DESM., dien zij „waterzwijn" doopten, aan te halen. Onder de best geplaatste namen mag wel die van haas en konijn, „liebre" en conejo" gerekend worden, daar de vormen met betrekking tot elkander inderdaad dezelfde verwantschap vertoonen als onze haas met ons konijn.

De konijnen vindt men meest „en famille"; de hazen ook wel, doch niet zoo geregeld; ik vond vaak enkele hazen *), maar van de konijnen steeds mannetje, wijfje en jong dicht bij elkâar grazend.

Zelfs het vleesch herinnerde mij vaak het verschil tusschen onze hazen en konijnen; de haas is drooger en heeft meer een wildsmaak, het konijn daarentegen malscher en somtijds een weinig sterk.

Hiermede geloof ik de nieuwe *Dolichotis* genoegzaam bekend gemaakt te hebben; ik had waarlijk niet gedacht uit eene betrekkelijk zoo nabij bewoonde plaatsen gelegen streek nog een zoo groot nieuw zoogdier te zullen kunnen beschrijven.

Met een enkel woord over het foetus kan ik eindigen.

De placenta heeft, evenals bij andere knaagdieren, eene schijf-

*) Dit strijdt alzoo met BURMEISTER's waarneming: hij vond de zoogenaamde hazen steeds „en famille", eene uitspraak, die mij te meer doet vermoeden, dat hij wel eens grazende conejo's in den schemeravond voor „liebres" heeft aangezien.

vormige, een weinig gekromde maar volmaakt ronde gedaante, uit welker middelpunt de dikke navelstreng ontspringt.

Het door mij uit den uterus genomen foetus scheen zoo goed als voldragen en is, in gestrekte houding gemeten (van neus- tot staart-spits) 17 centim. lang. De kneveIharen vertoonen zich reeds duidelijk; de kleur der korte, uitermate fijne haren is het fraaiste grijs dat men zich denken kan, en op dien grijzen grond ziet men eene menigte zwarte stippen in lijntjes uitvloeiend en in regelmatige verspreiding. Alleen de volgende deelen zijn geel-bruin van kleur: de zijden der bovenkaak, eene vlek aan den binnen- en buiten-ooghoek, de keel, eene vlek aan de basis van het oor en de binnenvlakte van het oor zelf, met uitzondering van den tragus en antitragus en een breeden zoomrand, die zwart zijn. De binnenzijde der voor- en achterpooten, de borst en de buik zijn allen geel-bruin.

Het merkwaardige in den vorm der nagels vertoont zich hier zeer duidelijk; daar, waar de teen eindigt en de nagel begint, zet de huid zich onder den nagel versmallend voort, aan de spits zelfs kolfvormig aanzwellend, en alzoo nog meer dan bij het volwassen dier, waar deze verhouding minder duidelijk is, reeds op het eerste gezicht den naam van „subungulata" (halfhoevigen of hoefachtigen) wettigend. De vorm der eeltknobbels aan de zolen is hier mede zeer duidelijk, en aan de voorvoeten ziet men een afgezonderd, hooger staand knobbeltje, dat bij het volwassen dier bijna niet terug te vinden en in figuur 2 bij *a* aangeduid is.



1.

Van de nevenstaande figuren stelt 1 den achterhoek voor van de voetzool gezien, 2 den voorvoet van de zoolvlakte gezien, en 3 den achtervoet van de zijde gezien, bij welken stand dus de derde teen achter de middelste verscholen is.

De tepels, die zeer ver op de zijden staan, juist op de lijn, waar de lichte kleur des buiks aanvangt, zijn bij dit vrouwelijk foetus als lange, dunne aanhangsels zichtbaar.

De plaatsing is daarenboven zoo, dat tusschen de beiden derzelfde zijde een groote



2.

afstand bestaat, een afstand grooter dan de afstand van de voorste tot aan den oksel en dan van de achterste tot aan de lies, welke beide laatste afstanden ongeveer gelijk zijn. Somtijds vindt men daarenboven dan nog een derden tepel aan de linkerzijde, min of meer tusschen de beide anderen, maar aan de rechterzijde vond ik er nooit zoo eenen, hetgeen te meer er op schijnt te wijzen, dat de linker genitaliën sterker ontwikkeld zijn dan de rechter.



3.

Het schijnt mij uit de reeds boven beschreven verhouding der ovariën te blijken, dat dit dier steeds een enkel in den linker uterus-hoorn zich ontwikkelend jong werpt, waarmede in overeenstemming is het feit, dat men steeds, na den werptijd de familie grazend bijeen vindende, niet meer dan één jong ziet.

Cordova, 16 Juni 1876.

OVER DE VERANDERING

VAN DEN

GALVANISCHEN GELEIDINGSWEERSTAND VAN KWIKZILVER BIJ TEMPERATUURS-VERANDERING.

DOOR

H. J. RINK.

Bij het gebruik van de weerstandseenheid van SIEMENS, den weerstand van een kwikzuil van 1 M. lengte en 1 m.M² doorsnede bij 0°, zal men in vele gevallen bekend moeten zijn met de verandering, welke die weerstand bij temperatuursveranderingen ondervindt. En bij de vervaardiging der etalons van SIEMENS zal de correctie wegens de afwijking der temperatuur, waarbij de weerstandsbepalingen verricht zijn, van 0°, eene nauwkeurigheid moeten hebben overeenkomende met die, welke bij de weerstandsbepalingen bereikt wordt. Dit nu, schijnt niet het geval te zijn.

Wel is het bedrag dier verandering door verschillende natuurkundigen bepaald, doch de coëfficiënt, de betrekkelijke weerstandsverandering per graad, vertoont bij die verschillende bepalingen zeer uiteenloopende waarden. Men vindt daarvoor opgegeven:

E. BECQUEREL	0.00104 *)
MÜLLER	0.00119 †)
SCHROEDER V. D. KOLK . .	0.00086 §)
SIEMENS	0 00098 **)

*) POGG., *Ann.* Bd. 70, p. 248.
†) " " " 73, " 440.
§) " " " 110, " 476.
**) " " " 113, " 104.

Ook zijn de einduitkomsten van iederen waarnemer uit te zeer uiteenloopende getallen samengesteld om voldoende zekerheid te kunnen aanbieden. Zoo zijn bij SCHROEDER V. D. KOLK de uiterste waarden, die hij voor den coëfficiënt vindt 0.000827 en 0.000903. Wel schenen de bepalingen van SIEMENS het meeste vertrouwen te verdienen, doch het bleef wenschelijk hare juistheid nader te bevestigen.

Hieruit ontstond aanleiding te onderzoeken met welke nauwkeurigheid de etalons van SIEMENS vervaardigd worden.

Wanneer men de verhandelingen leest van ROBERT SABINE *) en Dr. F. DEHMS †) over de bepaling van deze eenheid, zou men licht den indruk verkrijgen, dat de resultaten dier bepalingen niets te wenschen overlaten, en dat iemand die dergelijke kwikzilver-eenheden gebruiken zal, zich veilig op die in 't Laboratorium van Dr. SIEMENS uitgevoerde bepalingen verlaten kan.

Immers, de overeenkomst tusschen de verhoudingen der weerstanden van twee met kwikzilver gevulde buizen, zoowel verkregen door de bepaling der afmetingen van beide buizen, als door directe weerstandsbepaling, is zoo groot, dat slechts zeer geringe fouten aanwezig schijnen te zijn. Bij SABINE vinden wij 't volgende lijstje, voor de weerstanden der met kwikzilver gevulde buizen in 1000e deelen der S. E.

	7.	8.	10.	12.	13.	14.
Gemiddelde uit directe bepalingen	1918.43	2602.54	1541.64	1652.91	1687.07	1419.96
Berekend	1918 32	2602 37	1541.80	1652 84	1636.82	1420.04

Het grootste verschil is bij buis 13, doch wordt ook daar niet grooter dan $\frac{1}{6500}$.

Bij DEHMS vindt men voor de berek. verhoud. van 2 buizen 2.28375
" " waargen. " " " " 2.28363

waartusschen het verschil slechts $\frac{1}{20000}$ der waarde bedraagt.

Niettegenstaande deze groote overeenstemming kwamen er

*) POGG., *Ann.* Bd. 127, p. 461.
†) " " " 136, " 260.

bedenkingen op tegen deze bepalingen, die twijfel wekken omtrent den bereikten graad van nauwkeurigheid. Deze bedenkingen zullen wij in de volgende bladzijden uiteenzetten.

Bij de bepaling van den berekenden weerstand is de in te voeren factor voor de coniciteit van de buis op dezelfde wijze door SABINE en DEHMS, naar het voorschrift van Dr. SIEMENS *) bepaald. Daartoe zoekt men uit de lengtebepalingen van den kwikdroppel de grootste en kleinste doorsnee van de buis en beschouwt deze nu als een afgeknotten kegel, die tot lengte heeft de lengte van de buis, en welker doorsnede aan de uiteinden de gevondene grootste en kleinste waarde heeft. De buis wordt daarbij dus als *één* afgeknotte kegel beschouwd, terwijl het calibreren toch kan aanwijzen, dat de buis uit *verschillende* afgeknotte kegels en nagenoeg cilindrische deelen bestaat, waardoor dan bij behoud van dezelfde kleinste en grootste doorsneê een andere waarde voor dien factor verkregen wordt.

Een tweede grootheid, die in de berekende waarde van den weerstand voorkomt is de lengte van de buis; die lengte komt in de tweede macht in de formule voor, zoodat een fout verdubbeld in 't resultaat overgaat. Nu is 't opmerkelijk, dat zeven van de door SABINE gebruikte buizen juist 1000 m.M. lang zijn. Om de nauwkeurigheid te bereiken, die uit bovenstaande opgaven zou moeten blijken, is 't noodig dat die lengtebepaling tot $^1/_{20}$ m. M. nauwkeurig zij en nu schijnt 't zeer twijfelachtig of de zeven buizen van SABINE op $^1/_{20}$ m.M. na op eene lengte van 1000 m.M. zijn afgesneden of afgeslepen. Doch het behoeft bij dien twijfel niet te blijven: drie van de buizen van SABINE zijn ook door DEHMS gebruikt, zoodat wij de bepalingen van den een tot contrôle voor die van den ander gebruiken kunnen. Nu vonden voor de

lengte	van	buis 7	SABINE	1000 m.M.	DEHMS	1000.339	m.M.
"	"	" 10	"	1000	"	"	1000.438	"
"	"	" 11	"	1000	"	"	1000.316	"

Deze verschillen moeten in de berekende weerstanden verschillen geven van 7, 8 en 6 tienduizendsten. En toch blijkt

*) POGG., *Ann.* Bd. 110, p. 1.

van dergelijke fouten niets in de bepalingen van SABINE en DEHMS.

De derde grootheid is de bepaling van het gewicht van het kwikzilver, dat de buis bij 0° vult. In de bepaling dezer grootheid bereikt SABINE eene verbazende nauwkeurigheid: dit blijkt bij buis 10, 14 en 15, voor welke als de uitkomst van verschillende wegingen opgegeven wordt

10.	14.	15.
8.8033 Gr.	7.8890 Gr.	7.4963 Gr.
8.8034 "	7.8889 "	7.4962 "
8.8036 "	7.8891 "	7.4962 "
	7.8890 "	7.4961 "

Indien men in aanmerking neemt dat een fout van $^1/_8$ graad in de temperatuursbepaling reeds voldoende zou zijn om een verschil grooter dan hier voorkomt te verklaren, en dat voor iedere waarde eene nieuwe vulling en nieuwe weging is noodig geweest, dan blijkt de bereikte nauwkeurigheid het uiterste te overtreffen, althans indien, wat men moet aannemen, hier niet de meest overeenkomende waarden, uit een grooter aantal zijn bijeengezocht.

De bepalingen van DEHMS op dezelfde buizen verricht, vertoonen evenwel niet zoo volkomen overeenstemming. Slechts omtrent 2 buizen van SABINE vindt men bij DEHMS opgaven te weten:

buis 7.

SABINE	7.0712 7.0719 7.0720 7.0713	7.07160.	DEHMS	7.07097[5].

buis 11.

SABINE	3.0946 3.0947 3.0947 3.0948	3.094703.	DEHMS	3.09523.

De waarden door DEHMS gevonden wijken dus meer af van het gemiddelde der bepalingen van SABINE, dan wel bij de groote overeenstemming der uitkomsten van SABINE onderling zou verwacht zijn.

Voor den weerstand der buizen 7 en 11 wordt door beide waarnemers gevonden (wanneer de bepalingen van SABINE herleid zijn tot de waarde door DEHMS voor het s. g. van kwikzilver gebruikt), uitgedrukt in 1000ste deelen der eenheid:

W_7.		W_{11}.	
SABINE.	DEHMS.	SABINE.	DEHMS.
1924.07	1925.26	4395.33	4396.81

En niettegenstaande dit verschil in de bepaling van eene zelfde grootheid, stemt bij ieder der waarnemers de waarde uit de weerstandsbepaling afgeleid, toch bijna volmaakt overeen met de door hem berekende waarde. De fouten in de weerstandsbepaling hebben zich dus wel zoo willen schikken, dat ze denzelfden invloed op 't resultaat hadden, als de fouten in de bepalingen der berekende waarden. Dat er noodzakelijk fouten in de weerstandsbepaling moeten zijn van grooter bedrag, dan uit de afwijkingen in de opgegeven waarden zou afgeleid worden, kan mede aangetoond worden. Immers de verhouding van de weerstanden der beide buizen wordt volgens het beginsel van de brug van Wheatstone afgeleid uit de verhouding van de lengten der beide deelen, waarin een uitgespannen draad door een verplaatsbaar contact-stuk verdeeld wordt.

Bij deze weerstandsbepaling wordt uitgegaan van de onderstelling, dat de weerstand van den draad evenredig is met de lengte, wat niet aangenomen kan worden, tenzij een nauwkeurig onderzoek van den weerstand van de verschillende deelen van den draad dit aangetoond hebbe. SABINE merkt alleen op: „der Draht war mit grosser Vorsicht durch Stein gezogen und seine Conicität war ganz unerheblich. Daarenboven gaat door beide deelen van den draad een stroom van verschillende sterkte, zoodat verschillende verwarming en verandering van weerstand in beide deelen intreedt. Het mag betwijfeld worden, of 't mogelijk is, door te waaien met een waaier langs den draad, zooals SABINE en DEHMS beiden gedaan hebben, dien op constante temperatuur te houden.

Doch afgescheiden van deze bezwaren, wijst de bouw van het instrument op een andere niet te vermijden bron van onzekerheid. Eene uitvoerige beschrijving van dit door alle waarne-

mers gebruikte instrument vindt men in de aangehaalde verhandeling van SIEMENS. Daaruit blijkt dat het verschuifbare contact met den uitgespannen draad gevormd werd door twee kleine platina-rollen, die aan weerszijden van den draad geplaatst, door een veer tegen dezen aangedrukt werden: het raakpunt van de rollen aan den draad, vormt dan het verdeelpunt. Bij eene dergelijke inrichting zal de aanraking van het contactstuk niet in een enkel punt maar over een zeker lengtedeel van den draad geschieden en men is volkomen in 't onzekere welk punt van dit deel als verdeelpunt voor den draad moet beschouwd worden: toch geeft echter SABINE de lengte van de beide draaddeelen in $^1/_{20}$ m.M. nauwkeurig aan, overeenkomende met eene nauwkeurigheid van gemiddeld $\frac{1}{10000}$ in de uitkomst. Beteekent eene dergelijke opgave iets, dan zou 't stuk van den draad, dat aangeraakt wordt niet meer dan $^1/_{20}$ m.M. moeten bedragen, doch indien dit 't geval ware zou 't contact tusschen de rollen en den draad zeer onvolkomen zijn. Men heeft dus altijd met ééne van deze twee moeielijkheden te doen: òf, zooals voor een behoorlijk contact vereischt wordt, er is aanraking over zekere uitgebreidheid, maar dan kan 't aanrakingspunt niet nauwkeurig bepaald worden, òf de aanraking strekt zich slechts over een klein deel van één millimeter uit, maar dan kan het contact niet voldoende zijn. En niettegenstaande de aanwezigheid van zulke onzekerheden in de bepaling van de berekende en waargenomen weerstand bestaat er tusschen de uitkomsten dier bepalingen eene bijna volkomene overeenstemming. Uit het voorafgaande kan blijken, welke waarde aan deze overeenkomst te hechten is.

Naar aanleiding dezer bedenkingen tegen de vroegere bepalingen der kwikzilver-eenheid, is op nieuw nagegaan, in hoeverre overeenstemming te verkrijgen was, tusschen de berekende en rechtstreeks waargenomen verhouding van weerstanden van met kwikzilver gevulde buizen.

Door een voorloopig onderzoek werden uit een groot aantal buizen eenige uitgezocht, die over eene lengte van nagenoeg 1 M. zich cilindrisch of ten minste met regelmatig veranderende dwarsdoorsnede vertoonden. Er werden zeven buizen gevonden

die aan deze voorwaarde voldeden: deze werden gemerkt I, II, IV, VI, VII, VIII, IX.

Deze uitgezochte buizen werden nu op eene lengte van circa 1 M. afgesneden en de eindvlakken met een amarylvijl afgeslepen, loodrecht op de lengte-as van de buis. Vervolgens werden de buizen gereinigd, door ze eerst eenigen tijd met zwavelzuur of zoutzuur te laten staan en ze na verwijdering van het zuur door langdurig uitspoelen met water (totdat het lakmoespapier niet meer verkleurd werd) uit te wasschen met alcohol en daarna met gedistilleerd water. Dan moesten de buizen gedroogd worden, 't geen verkregen werd door een stroom lucht, die vooraf door zwavelzuur en chloorcalciumbuisjes gegaan was, met behulp van een aspirator door te laten stroomen en te gelijkertijd de buizen te verwarmen Daarna werden zij op houten latjes bevestigd, waarop zij in uithollingen kwamen te liggen en door middel van krammetjes recht gehouden werden: dit latje werd ruw weg verdeeld in afdeelingen van 2 cM.

Door nu de buis te verwarmen, daarna het eene uiteinde te sluiten en het andere in een kwikbak te plaatsen, kon men een kwikzuil van willekeurige lengte in de buis opnemen. Deze kwikzuil werd telkens door zacht stooten, wanneer de buis op 't latje in hellenden stand gebracht was, 2 cM. vooruitgedreven en de lengte er van bepaald door middel van een microscoop van nonius voorzien, dat langs een in Parijsche lijnen verdeelde schaal kon verschoven worden. De draad van het microscoop werd altijd zoo na mogelijk tot samenvalling gebracht met den scherpen rand van den kwikdroppel, waar de meniscus begint. Hierin bestond nu somtijds eenige onzekerheid, omdat die scherpe rand wel eens geen zuivere rechte lijn was en de meniscus niet altijd denzelfden vorm had. Dit maakt, dat in de verschillende lengte-bepalingen fouten van 0.05 Parijsche lijnen aanwezig kunnen zijn. In den regel zal de fout wel beneden dat bedrag zijn, doch in zeer enkele gevallen wellicht ook daarboven.

Iedere buis werd op deze wijze 2 of 3 maal bewerkt met kwikzuilen van verschillende lengten. De uitkomsten dier metingen worden hier medegedeeld.

T A B

Merk.	Buis N°. 1.		Buis N°. 2.		Buis N°. 4.		
	1e.	2e.	1e.	2e.	1e.	2e.	3e.
4						7.56	7.30
2		8.95		9.—		7.54	
0	19.31	9.02	17.78	8.88	18.08	7.45	7.19
2	19.35	9.04	17.70	8.88	18.04	7.50	7.20
4	19.34	9.04	17.62	8.78	17.97	7.38	7.23
6	19.40	9.08	17.58	8.74	17.86	7.34	7.16
8	19.48	9 11	17.70	8.77	18.06	7.39	7.21
10	19.50	9.11	17.76	8.84	18.06	7.48	7.20
12	19.50	9.10	17.78	8.87	18.01	7.44	7.25
14	19.50	9 10	17.74	8.85	17.92	7.37	7.20
16	19.52	9.12	17.76	8.85	17.84	7.41	7.17
18	19.58	9.19	18.—	8.93	17.74	7.38	7.12
20	19.68	9.23	18.25	9.09	17.67	7.30	7.08
22	19.72	9.16	18.33	9.15	17.53	7.27	7.04
24	19.71	9.17	18.32	9.14	17.49	7.23	7.01
26	19.70	9.22	18.37	9.19	17.56	7.19	6.97
28	19.68	9.20	18.39	9.23	17.28	7.13	6.95
30	19.60	9.15	18.30	9.18	17.22	7.09	6.89
32	19.57	9.15	18.26	9.15	17.22	7.07	6.88
34	19.52	9.13	18.22	9.17	17.19	7.06	6.88
36	19.46	9.09	18.12	9.09	17.09	7.05	6.89
38	19.44	9.09	17.98	9.—	16.98	7.03	6.80
40	19.36	9.10	17.94	8.93	16.86	6.99	6.78
42	19.37	9 03	18.02	9.01	16.77	6.94	6.75
44	19.36	9.05	18.04	9.04	16.75	6.90	6.67
46	19.42	9.07	18.04	9.01	16.78	6.87	6.68
48	19.40	9.07	17.99	9.02	16 78	6.90	6 67
50	19.40	9.06	17.85	8.96	16.84	6.90	6.69
52	19.40	9.02	17.80	8.88	16.85	6.92	6.75
54	19.31	9.02	17.80	8.89	16.93	6.93	6.73
56	19 26	8.99	17.76	8.86	16.95	6.96	6.78
58	19.20	8.95	17.82	8.89	16.76	6.95	6.71

I.

	Buis N°. 6.		Buis N°. 7.		Buis N°. 8.		Buis N°. 9.	
.	2e.	3e	1e.	2e.	1e.	2e.	1e.	2e.
	7.68							
	7.66		9.68	7.50	7.56	6.66	7.27	4.89
0	7.66	6.69	9.68	7.50	7.61	6.72	7.31	4.91
0	7.60	6.64	9.67	7.50	7.70	6.80	7.41	4.96
1	7.67	6.62	9.63	7.48	7.69	6.76	7.43	5.01
8	7.63	6.63	9.66	7.48	7.69	6.85	7.53	5.06
3	7.63	6.70	9.69	7.48	7.70	6.85	7.59	5.08
7	7.67	6.70	9.75	7.49	7.73	6.80	7.65	5.13
4	7.72	6.75	9.72	7.56	7.64	6.75	7.68	5.15
9	7.76	6.77	9.65	7.53	7.58	6.69	7.70	5.19
4	7.78	6.78	9.66	7.48	7.51	6.63	7.76	5.22
0	7.81	6.81	9.61	7.47	7.60	6.60	7.76	5.24
5	7.82	6.83	9.62	7.45	7.61	6.65	7.78	5.23
—	7.86	6.84	9.69	7.45	7.66	6.68	7.86	5.29
5	7.87	6.88	9.77	7.57	7.66	6.68	7.89	5.30
6	7.92	6.93	9.78	7.59	7.67	6.71	7.90	5.36
5	7.92	6.92	9.78	7.60	7.60	6.69	7.95	5.33
7	7.94	6.91	9.73	7.60	7.56	6 62	7.96	5.36
4	7.90	6.95	9.65	7.52	7.54	6.56	7.98	5.37
—	7.86	6.92	9.62	7.48	7.48	6.47	7.91	5.30
0	7.84	6.87	9.60	7.45	7.39	6.45	7.86	5.33
35	7.80	6.86	9.69	7.46	7.36	6.45	7.86	5.28
36	7.77	6.83	9.78	7.58	7.33	6.46	7.82	5.30
34	7.77	6.82	9.80	7.63	7.42	6.48	7.81	5.27
37	7.76	6.80	9.90	7.62	7.42	6.53	7.77	5.29
93	7.79	6.84	9.95	7.68	7.44	6.55	7.75	5.22
98	7.81	6.85	9.92	7.72	7.49	6.58	7.70	5.22
—	7.85	6.90	9.91	7.69	7.52	6.60	7.67	5.18
04	7.90	6.91	9.83	7.70	7.56	6.68	7.67	5.17
11	7.85	6.94	9 87	7.65	7.56	6.64	7.64	5.18
12	7.92	6.97	9.92	7.68	7.56	6.68	7.62	5.14
17	7.96	6.94	9.93	7.70	7.54	6.62	7.63	5.14

Merk.	Buis N°. 1.		Buis N°. 2.		Buis N°. 4.		
	1e.	2e.	1e.	2e.	1e.	2e.	3e.
60	19.26	8.98	17.86	8.90	16.64	6.91	6.69
62	19.31	8.98	17.78	8.93	16.52	6.85	6.62
64	19.37	9.03	17.74	8.86	16.40	6.81	6.57
66	19.38	9.02	17.74	8.90	16.34	6.73	6.51
68	19.41	9.02	17.74	8.89	16.36	6.72	6.51
70	19.40	9.04	17.80	8.88	16.38	6.71	6.55
72	19.37	9.05	17.80	8.92	16.40	6.67	6.56
74	19.33	9.02	17.84	8.94	16.41	6.76	6.56
76	19.30	9.01	17.74	8.86	16.39	6.73	6.57
78	19.36	8.98	17.70	8.85	16.38	6.70	6.54
80	19.40	9.04	17.76	8.89	16.32	6.69	6.46
82	19.40	9.06	17.78	8.88	16.40	6.70	6.50
84	19.33	9.04	17.68	8.89	16.42	6.72	6.52
86	19.30	9.—	17.58	8.81	16.42	6.78	6.44
88	19.17	9.—	17.45	8.70	16.38	6.77	6.49
90	19.—	8.91	17.34	8.69	16.28	6.72	6.51
92	18.95	8.84	17.24	8.61	16.18	6.69	6.49
94	18.84	8.81	17.10	8.56	16.16	6.64	6.43
96		8.75	17.17	8.52	16.17	6.67	6.50
98		8.68		8.57		6.69	6.46
100		8.68		8.53		6.68	6.47
102		8.64					
104							
106							
108							
110							
112							
114							
116							
118							
120							
122							
124							

uis N°. 6.		Buis N°. 7.		Buis N°. 8.		Buis N°. 9.	
2e.	3e.	1e.	2e.	1e.	2e.	1e.	2e.
7.97	6.94	10.—	7.71	7.60	6.64	7.59	5.12
7.94	6.97	9.95	7.74	7.62	6.69	7.59	5.11
7.94	6.97	9 93	7.71	7.64	6.78	7.53	5.11
7.91	6.95	10.04	7.71	7.68	6.79	7.50	5.10
7.96	6.95	10.18	7.81	7.76	6.77	7.48	5.09
7.97	6.94	10.23	7.87	7.77	6.85	7.49	5.07
7.97	6.96	10.07	7.90	7.84	6.90	7.44	5.05
7.96	6.98	9.98	7.77	7.90	6.90	7.47	5.02
7.96	6.98	9.92	7.69	7.91	6.96	7.40	4.99
7.96	6.98	10.—	7.72	7.98	6.97	7.35	4.95
7.98	6.98	10.07	7.78	8.01	7.03	7.41	4.94
7.96	6.97	10.03	7.76	8.04	7.03	7.42	4.90
8.—	6.98	10.—	7.80	8.06	7.05	7.42	4.98
8.03	7.—	9.91	7.74	8.08	7.05	7.49	4.89
8.02	7.02	9.96	7.74	8.13	7.14	7.52	4.96
8.06	7.06	9.97	7.74	8.23	7.18	7.48	4.97
8.10	7.04	9.96	7.74	8.25	7.23	7.38	4.96
8.07	7.03	10.01	7.78	8.30	7.26		
8.03	7.02	9.92	7.72	8.25	7.26		
8.—	6.99	9.93	7.71				
		9.86	7.65				
		9.79	7.56				
		9.78	7.61				
		9.82	7.60				
		9.84	7.65				
		9.71	7.55				
		9.61	7.46				
		9.63	7.48				
		9.63	7.46				
		9.62	7.43				
		9.60	7.43				
		9.61	7.43				
		9.60	7.36				

Van deze gegevens moest gebruik gemaakt worden om den invloed van de afwijking van den cilindrischen vorm op den weerstand van de buis te bepalen. Daartoe werd iedere buis beschouwd als te bestaan uit de samenvoeging van eenige cilindrische en conische gedeelten, en werd de weerstand van ieder dier deelen berekend; noemen wij die w_1, w_2 enz. en zij W de weerstand van een volkomen cilindrische buis van gelijken inhoud en gelijke lengte, dan wordt de invloed der coniciteit in rekening gebracht, door den, uit den cilinder berekenden weerstand te vermenigvuldigen met een factor $C = \frac{w_1 + w_2 + \ldots}{W}$.

Zijn R en r de stralen van de eindvlakken van den afgeknotten kegel, en l zijne lengte, dan is $w_1 = a \frac{l}{\pi R r}$; voor een cilindervormig stuk kan $R = r$ gedacht worden, zoodat de totale weerstand van de buis is $= a \Sigma \frac{l}{\pi R r}$.

De inhoud van de buis is

$$\Sigma \, {}^1/_3 \, \pi l (R^2 + Rr + r^2),$$

derhalve de doorsnede van de gemiddelde cilindrische buis

$$\frac{\Sigma \, {}^1/_3 \, \pi l (R^2 + Rr + r^2)}{L}$$

en de weerstand

$$W = \frac{a L^2}{\Sigma \, {}^1/_3 \, \pi l (R^2 + Rr + r^2)}$$

en alzoo

$$C = \frac{\Sigma l (R^2 + Rr + r^2) \times \Sigma \frac{l}{Rr}}{3 L^2}.$$

In plaats van R en r is 't voldoende, grootheden in te voeren, deze met die waarden evenredig zijn: 't is duidelijk dat de verschillende waarden voor de lengte van den kwikdroppel omgekeerd evenredig zijn met de vierkanten van R en r.

Gelijk reeds opgemerkt is, wijkt deze wijze van berekening

af van de door SIEMENS aangegeven en door SABINE en DEHMS nagevolgde methode. Immers deze beschouwden de geheele buis als één afgeknotten kegel, waarbij voor de eindvlakken genomen werden de grootste en kleinste doorsnede, die de buis vertoonde over zijne geheele lengte.

MATTHIESSEN *) heeft bij zijne proeven eene andere rekenwijze gevolgd en de buis beschouwd als te bestaan uit een aantal kleine cilindertjes, waarvan de doorsnede gevonden werd uit de lengte van de kwikzuil op ieder punt.

Omtrent deze rekenwijze zegt SIEMENS †):

„Herr MATTHIESSEN wendet eine Correctionsformel an für „die conische Form der Röhren, welche grössere Abweichungen „giebt, wie die meinige da er zich das Rohr aus cylindrischen „Stücken anstatt aus conischen zusammengesetzt vorstellt".

En hierop antwoordt MATTHIESSEN §).

„Ein Mathematiker dem ich die Frage (über die Correction „der conischen Form der Röhren) vorlegte, hat mir mitgetheilt, „dass unser Ausdrück vollkommen so genau sei, wie der von „Dr. SIEMENS benutzte (beide Formeln sind nur Näherungs- „formeln)".

De aangeduide berekeningswijze, toegepast op buis N°. 1 geeft de volgende resultaten:

merk 0— 21 afgekn. kegel	waaruit C =	1.00015	(1e bepaling)
„ 21— 59 „ „		1.00010	(2e „)
„ 59 - 89 cylinder			
„ 89—103 afgekn. kegel			

Buis N°. 2.

merk 0— 17 cilinder	C =	1.00014	1e bepaling.
„ 17— 29 afgekn. kegel		1.00025	2e „
„ 29— 41 „ „			
„ 41— 85 cilinder			
„ 85— 93 afgekn. kegel			
„ 93 -100 cilinder			

*) *Reports of the Committee on Electrical Standards (British Association)* pag 128.
†) POGG *Ann*. Bd. 127, pag. 341.
§) „ „ „ 129, „ 166.

Buis N°. 4.

merk	0— 19	cilinder	C = 1.00140 1e bepaling.
″	19— 45	afgekn. kegel	1.00150 2e ″
″	45— 57	cilinder	
″	57— 67	afgekn. kegel	
″	67—101	cilinder	

Buis N°. 6.

merk	0— 9	cilinder	C = 1.00017 1e bepaling.
″	9—31	afgekn. kegel	1.00034 2e ″
″	31—45	″ ″	
″	45—61	″ ″	
″	61—83	cilinder	
″	83—99	″	

Buis N°. 7.

merk	2— 37	cilinder	C = 1.00018 1e bepaling.
″	37— 47	afgekn. kegel	1.00020 2e ″
″	47— 99	cilinder	
″	99—111	afgekn. kegel	
″	111—125	cilinder	

Buis N°. 8.

merk	2—11	afgekn. kegel	C = 1.00083 1e bepaling.
″	11—31	cilinder	1.00084 2e ″
″	31—41	afgekn. kegel	
″	41—61	″ ″	
″	61—97	″ ″	

Buis N°. 9.

merk	2— 9	afgekn. kegel	C = 1.00055 1e bepaling
″	9—33	″ ″	1.00071 2e ″
″	33—49	″ ″	
″	49—65	″ ″	
″	65—93	cilinder	

De lengte der buizen is bepaald op een comparateur, waarop het eene einde der buis tegen een vast stuk, het nulpunt der verdeeling, werd aangeschoven, terwijl een beweegbaar, van nonius voorzien stuk tegen het andere uiteinde zacht werd aangedrukt.

Later is die lengte nogmaals bepaald met een comparateur van DUMOULIN-FROMENT, waarbij een verplaatsbaar microscoop

achtereenvolgens op de beide uiteinden gericht werd. De lengte kan door dit instrument gemakkelijk in honderdste deelen van m.M. nauwkeurig bepaald worden, zoodat er hier aanleiding bestond den invloed van de verschillende uitzettings coëfficiënten van staal en glas, bij de bepaling van de lengte der buizen bij 0° toe te passen.

De bepalingen geschiedden bij een temperatuur van 15°.

		Eerste bepaling.	Latere bepaling.
Buis N°.	1	1059.5 m.M.	1059.60 bij 0° C.
" "	2	1045.0 "	1045.07 " "
" "	4	1060.1⁵ "	1060.18 " "
" "	6	1045.0⁵ "	1045.10 " "
" "	7	1274.8 "	1274.82 " "
" "	8	997.6 "	997.59 " "
" "	9	968.1 "	968.06 " "

Alleen van de laatste lengte-bepalingen is gebruik gemaakt.

Ter bepaling van den inhoud der buizen werd het gewicht bepaald van het kwikzilver, waarmede zij gevuld werden. Vooraf waren de buizen nogmaals zeer zorgvuldig schoongemaakt en gedroogd op de vroeger meegedeelde wijze. Het kwikzilver, dat hierbij, evenals bij alle verdere waarnemingen gebruikt werd, was gedistilleerd in een toestel van WEINHOLD, beschreven en afgebeeld in *Carl's Repertorium* Bd. IX pag. 69.

De vulling geschiedde op de volgende wijze: Het eene uiteinde van de te vullen buis werd door een caoutchouc buisje aan een kwikzilver-luchtpomp bevestigd, zoodat de buis door middel van een kraan al of niet met de luchtledige ruimte in verband kon gebracht worden. Het andere uiteinde reikte in een circa 50 cM. lager staanden bak met kwikzilver. Nadat het reservoir luchtledig gemaakt was, werd de kraan voorzichtig geopend en men kon 't gemakkelijk zoo regelen, dat de opstijging van kwikzilver in de buis zeer langzaam geschiedde. Bij deze wijze van vulling werden er nimmer sporen van luchtbellen aan de wanden van de buis ontdekt.

Het ondereinde van de buis werd nu met den vinger afgesloten, het boveneinde losgemaakt en de buis verticaal gesteld. Steeds was er dan aan de bovenzijde een meniscus, die met een vlak glazen plaatje werd weggestreken. Door het kwik-

zilver langzaam uit de buis te doen loopen in een bekerglaasje, kon men zorgen dat er niets in de buis achterbleef.

De temperatuur van het kwikzilver was vooraf bepaald en na de uitvloeiing werd nagegaan in hoeverre deze veranderd was. Ook werd zorg gedragen gedurende deze bewerking de buis niet met de hand aan te raken en aldus vermeden dat het kwikzilver op die wijze wierd verwarmd.

Wij halen hier aan, wat door SIEMENS opgemerkt wordt omtrent de vulling der buizen met kwikzilver.

„Ferner füllt er (MATTHIESSEN) das Rohr durch Eintauchen „in eine mit Quecksilber gefüllte Rinne, und hebt es aus diesem „Bade, indem er seine Enden zwischen zwei Finger presst. Na„türlich werden dadurch die Rohrenden mit der weichen Haut „seiner Fingerspitzen, anstatt mit Quecksilber gefüllt, wodurch „der Inhalt der Rohres zu klein wird.''

Deze grief zou dus ook eenigermate op onze wijze van vulling toepasselijk zijn, doch niet onjuist komt ons 't hierop door MATTHIESSEN gegeven antwoord voor:

„Hätte sich, wie Dr. SIEMENS vermuthet, die weiche Haut „der Fingerspitzen in die Oeffnungen der Röhre gedrückt, als „sie aus dem Troge genommen wurde, so würden wir kaum „solche übereinstimmende Wägungen erhalten haben; die grösste „Differenz zwischen den einzelnen Wägungen der ersten Röhre „betrug 0.011, der zweiten 0.007 und der dritten 0.07 Proc''

Bij alle wegingen werd eerst door tarra in de eene schaal evenwicht gemaakt met het bekerglaasje met kwikzilver in de andere: vervolgens het kwikzilver verwijderd en door middel van gewicht op nieuw evenwicht gemaakt met deze zelfde tarra. Deze gewichtstukken waren voor dit doel vooraf vergeleken met een stel normaal-gewichten, zooals die op de ijkkantoren aanwezig zijn. De heer DIRKS, arrondissements-ijker te 's Gravenhage heeft de goedheid gehad zich met dit onderzoek te belasten. Uit de volgende opgave kan blijken, dat dit onderzoek niet overbodig geweest is:

	Fout.			Fout.	
1000 Gram stuk	— 0.7	G.	10 Gram stuk.	0	
500 „	— 0.8	„	5 „	+ 4	m.G.
200 „	+ 0.2	„	2 „	+ 3	„
100 „	— 0.1	„	2 „	+ 3	„
100 „	— 0.2	„	1 „	+ 5	„

		Font.			Font.
50	Gram stuk	— 14 m.G.	500	m.G.	+ 0.9 m.G.
20	〃	— 9 〃	200	〃	— 0.3 〃
10	〃	+ 2 〃	100	〃	+ 0.2 〃
			100	〃	— 0.3 〃

		Font.
50	m.Gr. stuk.	— 0.3 m.G.
20	〃	— 0.2 〃
10	〃	— 0.1 〃
10	〃	+ 0.8 〃
5	〃	+ 0.1 〃
2	〃	+ 0.1 〃
2	〃	+ 0.2 〃
1	〃	+ 0.1 〃

De uitkomsten der wegingen moeten herleid worden tot kwikzilver-vullingen bij 0° en tot wegingen in het luchtledige.

Voor de eerste correctie hebben wij: $P_0 = P_t \left(1 + \frac{1}{6480} t\right)$; voor de tweede vermenigvuldigen wij met (1—0.000056). Deze laatste coëfficiënt wordt gevonden door de opmerking, dat ieder gevonden gewicht verminderd moet worden met het verschil der gewichten van de door de geelkoperen gewichtstukken en het kwikzilver verplaatste luchtvolumina. Vanwaar echter de coëfficiënt 1.0000908 komt, die SABINE opgeeft, om deze correctie aan te brengen, is ons niet duidelijk. Bij de gewichtsbepalingen zijn geen tiendedeelen van milligrammen waargenomen; deze zouden slechts eene schijnbare verhooging der nauwkeurigheid aangebracht hebben, daar de fouten veroorzaakt bij de vulling en de temperatuursbepaling aanzienlijker afwijkingen ten gevolge hebben.

Het is wellicht niet overbodig hier bij te voegen, dat de zes bepalingen voor iedere buis (uitgezonderd de 2e bij buis I en de 1e bij buis IX) allen terstond na elkaar verricht zijn en dat dus niet, uit een grootere rij van bepalingen, de meest met elkaar overeenkomende uitgezocht zijn.

De uitkomsten der wegingen zijn de volgende: (Zie Tabel II.)

TABEL II.

GEWICHTSBEPALING.

Temperatuur.	Waargen. Gew.	Gecorrig. Gew.	Gemidd. waarde.	Gemidd. afw. van gem.
Buis N°. I.				
17°.4	27.886 Gr.	27.959	27.956^{5}	0.005 perc.
17°.4	27.885 〃	27.958		
17°.2	27.884 〃	27.957		
11°.4	27.907 〃	27.954		
11°.3	27.907 〃	27.955		
19°.4	27.872 〃	27.956		
Buis N°. II.				
17°.8	68.225 〃	68.408	68.408	0.006 perc.
17°.7	68.230 〃	68.412		
17°.6	68.226 〃	68.407		
19°.9	68.208 〃	68.412		
19°.8	68.208 〃	68.413		
19°.5	68.197 〃	68.398		
Buis N°. IV.				
17°.6	42.015 〃	42.127	42.126	0.007 perc.
17°.7	42.018 〃	42.131		
17°.7	42.015 〃	42.128		
18°.4	42.005^{5} 〃	42.123		
18°.5	42.002 〃	42.120		
18°.6	42.009 〃	42.128		
Buis N°. VI.				
17°.3	50.174 〃	50.305	50.315	0.010 perc.
17°.5	50 181 〃	50.314		
17°.5	50.179 〃	50.312		
17°.5	50.181 〃	50.314		
17°.5	50.187 〃	50.320		
17°.5	50.192 〃	50.325		
Buis N°. VII.				
17°.3	83.590 〃	83.809	83 808	0.004 perc.
15°.3	83.612 〃	83.806		
16°.5	83.602 〃	83.811		
17°.2	83.584 〃	83.802		
17°.4	83.587 〃	83.807		
17°.6	83.591 〃	83.815		
Buis N°. VIII.				
18°.6	52.061 〃	52.208	52.216	0.008 perc.
18°.8	52.070 〃	52.218		
18°.8	52.062 〃	52.210		
18°.9	52.069 〃	52.118		
18°.9	52.071 〃	52.220		
19°.	52.073 〃	52.222		
Buis N°. IX.				
19°.7	65.218 〃	65.413	65.418	0.007 perc.
19°.7	65.220 〃	65.415		
19°.7	65.229 〃	65.424		
19°.6	65.222 〃	65.416		
19°.6	65.229 〃	65.423		
15°.8	65.264 〃	65.419		

Volgens de formule $W = \frac{l^2 \sigma}{P} C$

zullen wij nu den weerstand van ieder der kwikbuizen in 1000ste deelen van de eenheid van SIEMENS uitdrukken.

	W.	W′	
Buis 1. . . .	546.09	546.76	$r = 0.786$
„ 2. . . .	217.11	217.52	$r = 1.238$
„ 4. . . .	363.27	363.80	$r = 0.9645$
„ 6. . . .	295.21	295.69	$r = 1.062$
„ 7. . . .	263.70	264.11	$r = 1.241$
„ 8. . . .	259.34	259.80	$r = 1.107$
„ 9. . . .	194.90	195.30	$r = 1.258$

De waarden W′ behoeven eenige toelichting:

Volgens SABINE behooren de waarden W vermeerderd te worden met een uitbreidingsweerstand van de uiteinden der buis in de omgevende kwikzilvermassa. Deze weerstand wordt beschouwd als die van eene halve bolvormige schaal, waarvan de inwendige straal gelijk aan die van de buis en de uitwendige oneindig groot is. Brengt men dezen weerstand aan beide uiteinden aan, dan komt dit hierop neer, dat de lengte van de buis met haren straal vermeerderd moet worden en dus $W = W\left(1 + \frac{r}{l}\right)$ wordt.

MAXWELL *) behandelt naar eene door STRUTH †) aangegeven methode de vraag, welke correctie aangebracht moet worden aan de lengte van een cilindrischen stroomgeleider welks straal r is, wanneer zijn uiteinde in contact is met een electrode, waarvan de afmetingen in alle richtingen groot zijn ten opzichte van den straal van den cilinder. Voor die correctie wordt eene te kleine en eene te groote benaderde waarde berekend, welke $0.785\, r$ en $0.828\, r$ bedragen.

De daar aangegeven methode schijnt ons verre de voorkeur te verdienen boven de door SABINE gevolgde. Daarom zijn de voor den weerstand der electroden gecorrigeerde waarden W′,

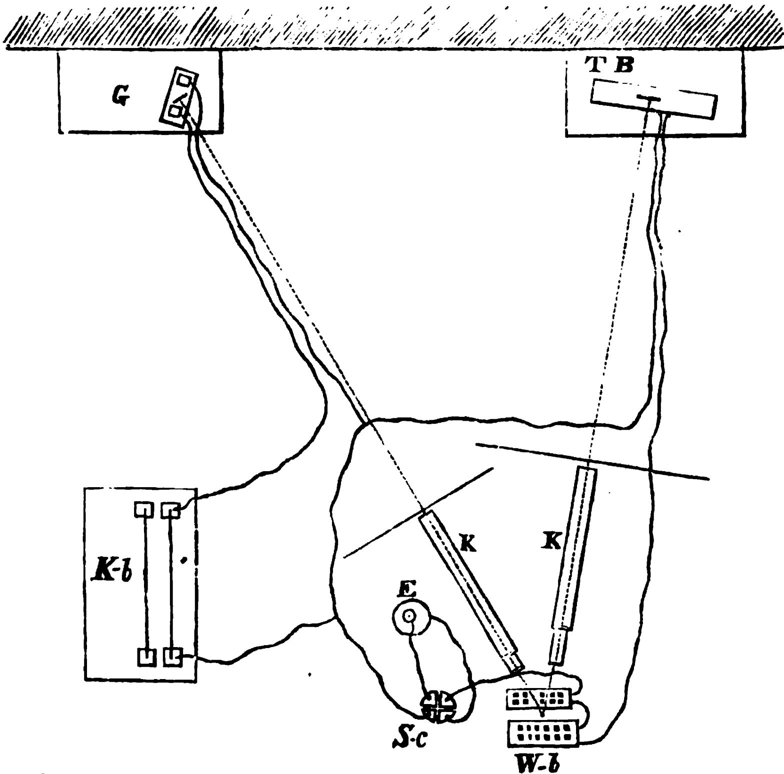
*) MAXWELL, *Electricity and Magnetism*, I, pag. 358.
†) *Phil. Transactions* 1871, pag. 77.

zoodanig berekend, dat aan weerszijden van de buis aan de lengte 0.8 r is toegevoegd. Van daar dat $W' = W\left(1 + 1.6\frac{r}{l}\right)$.

Nu moesten de met kwikzilver gevulde buizen als weerstanden voor den galvanischen stroom gebruikt en de verhouding dier weerstanden bepaald worden.

Alle bij dit onderzoek voorkomende weerstandsbepalingen zijn verricht volgens de methode van BOSSCHA.

Deze methode, door SCHROEDER V. D. KOLK *) beschreven, berust hierop, dat in een stroomvertakking vóór en na de inlassching der weerstanden de stroom in den tak, waarin de weerstanden gebracht worden, standvastig gehouden wordt, door verandering van de stroomsterkte in den hoofdtak. Uit de verschillende in den hoofdtak bepaalde stroomsterkten, kan men dan op de volgende wijze de verhouding der weerstanden bepalen.



Zij de stroomsterkte in den hoofdtak I_0 en die in den tak waarin de multiplicator geplaatst is, i, dan is, als a en b de weerstanden zijn van de beide geleiders, waarin de hoofdstroom zich vertakt,

$$i = \frac{a}{a+b} I_0.$$

Wordt nu in den tak b de weerstand m ingevoerd, dan zal de stroomsterkte i afnemen, doch op hetzelfde bedrag gehouden kunnen worden, indien men in den hoofdstroom door vermindering van weerstand de stroomsterkte I_0 tot I_1 laat aangroeijen; alsdan is:

$$i = \frac{a}{a+b+m} I_1.$$

Hetzelfde wordt gedaan na inlassching van den tweeden weerstand n, alsdan is:

$$i = \frac{a}{a+b+n} I_2$$

waaruit wordt afgeleid:

$$\frac{m}{n} = \frac{I_1 - I_0}{I_2 - I_0}.$$

Het is hierbij geen vereischte, dat de waarde van i in deze drie gevallen volkomen gelijk zijn, wat ook in de meeste gevallen moeijelijk te bereiken zou zijn. De waarden van i zullen in zooverre mogen veranderen, als aangenomen mag worden, dat tusschen zulke grenzen de stroomsterkten evenredig met de aflezingen van den multiplicator mogen beschouwd worden. Men zal dan in de berekening in plaats van I_0, I_1 en I_2, de quotienten $\frac{I_0}{i}$, $\frac{I_1}{i}$ en $\frac{I_2}{i}$ moeten invoeren.

Wij willen nu kort uiteenzetten om welke eigenaardige voordeelen deze methode boven andere te verkiezen is.

Indien het bij de methode van den differentiaal-galvanometer of van de brug van Wheatstone te doen is, niet om het co-

pieëren van een gegeven weerstand, doch, zooals hier en bijna altijd het geval is, om de onbekende verhouding van twee gegeven weerstanden te bepalen, dan stuit men daarbij op een overwegend bezwaar. Want bij die methoden wordt de gevraagde verhouding uitgedrukt in de verhouding van twee andere weerstanden, voor welke gewoonlijk deelen van een, in een rheostaat uitgespannen metaaldraad genomen worden. Men stelt dan eenvoudig de verhouding dezer laatste weerstanden gelijk aan die hunner lengten, zoodat het bepalen van de verhouding van weerstanden teruggebracht wordt, tot die van twee uit te meten deelen van een draad.

Deze beide methoden berusten dus geheel op het beginsel, dat weerstanden van verschillende deelen van een metaaldraad, als evenredig met hare lengten gesteld mogen worden. Hiertegen bestaan echter bedenkingen. Want, al ziet men ook af van de moeijelijkheid om een draad van overal gelijke doorsnede te verkrijgen, dan mag toch de specifieke weerstand van de verschillende deelen van den draad niet, zonder nader onderzoek, als eene standvastige grootheid beschouwd worden. Voornamelijk om dezen reden schenen ons die beide methoden te verwerpen te zijn.

Over de meer practische bezwaren, die bij het gebruik van een rheostaat als meetinstrument niet achterwege kunnen blijven en die voornamelijk, door het verschuifbaar contact veroorzaakt worden, is reeds bij de bespreking der waarnemingen van SABINE gehandeld.

De hier toegepaste methode van BOSSCHA is van deze gebreken vrij. De verhouding van twee weerstanden wordt daarbij uitgedrukt in de verhouding van stroomsterkten, die volgens bekende wetten uit de waargenomen grootheden kunnen worden afgeleid. In zooverre vertoont deze methode dus overeenkomst met de door WEBER in zijne „Widerstandsbestimmungen" gevolgde methode, doch deze staat, wat de eenvoudigheid van uitvoering en berekening betreft, verre bij die van BOSSCHA ten achter. Bovendien is men bij het gebruik dezer laatste geheel onafhankelijk van mogelijke verandering van de electromotorische kracht en den weerstand der electriciteitsbron, eene oorzaak van fouten, die bij WEBER's methode zoo goed mogelijk

wordt vermeden door als electriciteitsbron inductiewerkingen te gebruiken, van welke men mag aannemen, dat zij slechts aan kleine veranderingen onderhevig zijn.

Door KOHLRAUSCH *) is nog eene methode aangegeven van weerstandsbepaling, berustende op het verband tusschen het logarithmisch decrement der slingeramplituden bij een gesloten multiplicator en den weerstand van dien gesloten geleider. Deze methode die wat eenvoudigheid betreft, weinig te wenschen schijnt over te laten, is eveneens vrij van de vermelde gebreken der methoden van den differentiaalgalvanometer en van de brug van Wheatstone. Men mag echter betwijfelen, of de voordeelen aan de door WEBER en KOHLRAUSCH gebruikte inductie-stroomen verbonden, wel opwegen tegen de mindere nauwkeurigheid, waarmede een logarithmisch decrement, in vergelijking met een bepaalde afwijking van den magneetnaald, gemeten kan worden.

Voor het uitvoeren van weerstandsbepalingen, volgens de door ons gevolgde methode, zijn, zooals uit het voorafgaande blijkt, gelijktijdige stroomsterktemetingen noodig in den hoofdtak en in den neventak. Doch de daartoe benoodigde instrumenten moeten aan zeer verschillende eischen voldoen. Door middel van den multiplicator in den neventak, behoeft slechts te kunnen worden nagegaan, of de stroomsterkte in dien tak dezelfde is gebleven, terwijl het verband tusschen stroomsterkten en afwijkingen van de magneetnaald niet bekend behoeft te zijn: doch in den hoofdtak moeten de verhoudingen der stroomsterkten uit de uitslagen van de naald kunnen worden afgeleid.

Het eerste instrument was een gewijzigde multiplicator van WIEDEMANN met verschuifbare draadrollen. In plaats van den gemagnetiseerden stalen spiegel waren magneet en spiegel afzonderlijk aangebracht, zóó dat deze ten opzichte van elkaar gedraaid konden worden.

Het instrument in den hoofdtak was een tangentenboussole. De straal der cirkelvormige windingen bedroeg 500 m.M. en de halve lengte van den magneet 40 m.M., zoodat eene correctie voor de afwijking van de evenredigheid der stroomsterk-

*) POGG., *Ann.* Bd. 142, pag. 120.

ten met de tangenten der afwijkingshoeken moest aangebracht worden.

De magneet was opgehangen aan een bundel cocondraden en was, om hem spoediger in toestand van rust te krijgen, omgeven door een zwaar ringvormig stuk koper, dat als demper diende. De breedte van den houten ring, waarop de windingen aangebracht waren bedroeg 84 m.M.

De instrumenten werden op zoodanigen afstand van elkaar opgesteld, dat zij geen invloed op elkaar konden uitoefenen, noch door den magneet, noch door den stroom, die door de windingen ging en nadat de vlakken der windingen in den magnetischen meridiaan gebracht waren, werden de spiegels zoo ten opzichte der magneten gedraaid, dat de normalen op de spiegelvlakken elkander sneden in een punt, dat op circa 4 M. van de instrumenten verwijderd was. Nabij dit punt werden nu de kijkers opgesteld, zoo dat de oculairen onmiddellijk naast elkaar gelegen waren, waardoor het mogelijk werd, dat één waarnemer de uitslagen in beide instrumenten aflas. Loodrecht op de assen der kijkers waren nabij de objectieven glazen schalen geplaatst: de schaal van de tangentenboussole was 1.5 M. lang en in halve millimeters verdeeld; die van den galvanometer 1 M. lang en in millimeters verdeeld.

In de nabijheid van den waarnemer waren twee weerstandsbanken en een stoppencommutator in den hoofdtak geplaatst, waardoor hij in staat was den stroom al of niet in de eene of andere richting te doen doorgaan en de sterkte naar willekeur te wijzigen.

De waarnemingen werden verricht in een kelder, omdat de vloer, een stevig metselwerk, daar gerekend kon worden een onbewegelijk geheel met den grond te vormen. De tafel waarop de beide kijkers en schalen bevestigd waren, was aan deze gemetselde vloer vast gemaakt. De galvanometer en de tangentenboussole waren op wandtafels geplaatst. Bewegingen in het gebouw werden aan de instrumenten niet opgemerkt: wel was dit het geval, wanneer treinen zich over den nabij gelegen spoorweg bewogen. Dan moesten de waarnemingen een oogenblik worden gestaakt.

Daar in den kelder voor de verlichting der schalen van het

zonnelicht geen gebruik kon worden gemaakt, werd deze verkregen door een gaslamp met reflector, die telkens naar het punt van de schaal geschoven werd, dat in den kijker gezien werd.

De fouten, die bij de uitvoering dezer methode gemaakt zullen worden, hebben tweeërlei oorsprong.

In de *eerste* plaats zal in $\frac{m}{n}$ een fout aanwezig zijn, tengevolge van fouten, die bij de bepaling van I_0, I_1 en I_2 gemaakt worden. Zoeken wij naar den invloed, die een fout in elke dezer op $\frac{m}{n}$ heeft. Uit de formule

$$\frac{m}{n} = \frac{I_1 - I_0}{I_2 - I_0}$$

volgt,

$$\frac{d\left(\frac{m}{n}\right)}{dI_0} = \frac{\left(\frac{m}{n} - 1\right)}{I_2 - I_0}; \quad \frac{d\left(\frac{m}{n}\right)}{dI_1} = \frac{1}{I_2 - I_0}; \quad \frac{d\left(\frac{m}{n}\right)}{dI_2} = -\frac{\frac{m}{n}}{I_2 - I_0}.$$

Hieruit blijkt, dat een fout in I_0 een te geringeren invloed zal hebben, naarmate $\frac{m}{n}$ minder van de eenheid verschilt. Bij onze bepalingen was 1.4 de waarde van $\frac{m}{n}$ die het meeste van de eenheid verschilde: bij alle andere bepalingen was de afwijking van de eenheid veel minder, zoodat de fout in I_0 altijd den kleinsten invloed had. Overigens zal men te zorgen hebben, dat $I_2 - I_0$ zoo groot mogelijk zij ten opzichte van I_0. Uit de formulen

$$I_0 = \frac{a + b}{a}\, i \text{ en } I_2 = \frac{a + b + n}{a}\, i$$

volgt, dat dit bereikt wordt indien $a + b$ zoo klein mogelijk ten opzichte van n is.

De weerstand b wordt voor het grootste gedeelte gevormd

door die van den multiplicator: in ons geval was die zooveel mogelijk verminderd, door het stel klossen met windingen gelijktijdig door den stroom te doen doorloopen.

Aan het verkleinen van den weerstand a wordt eveneens een grens gesteld. Deze vloeit daaruit voort, dat in plaats van de grootheden I_0, I_1 en I_2 bij de waarnemingen $\frac{I_0}{i}$, $\frac{I_1}{i}$ en $\frac{I_2}{i}$ voorkomen en dus de fouten evenzeer veroorzaakt worden door die, welke bij de bepaling van i gemaakt worden. Opdat nu een fout in $\frac{I}{i}$ zoo gering mogelijk worde, behoort i zoo groot mogelijk te zijn. Daarom zal dan a slechts in zooverre verkleind mogen worden, dat nog i bij de maximum-gevoeligheid van den multiplicator door eene afwijking van de halve schaallengte afgelezen worde.

De fouten bij de bepaling der stroomsterkten dI_0, dI_1, dI_2, worden behalve door fouten in de aflezing, voornamelijk door veranderingen der declinatie gedurende de bepaling veroorzaakt. Ten einde geen invloed te ondervinden van fouten in de opstelling, werden de aflezingen op de schaal links en rechts van het nulpunt door omkeering van den stroom verricht. Daarop volgde dan een derde aflezing aan dezelfde zijde van de schaal als de eerste: verschilde deze laatste aflezing van de eerste 1 m M. of meer, dan werd de geheele bepaling verworpen.

Verder kon men daarmede niet gaan, daar steeds verschillen van enkele tiendedeelen van millimeters bij de eerste en derde aflezing voorkwamen en dan slechts zeer enkele bepalingen hadden kunnen behouden blijven. Toch moesten reeds vele bepalingen wegens declinatieveranderingen verworpen worden en was het soms geheele dagen onmogelijk eene bepaling te verrichten. Werd zij echter behouden, dan werd het gemiddelde van de eerste en derde aflezing van de tweede afgetrokken of omgekeerd en deze grootheid was de maat voor de te bepalen stroomsterkte. Indien de declinatieverandering gedurende deze aflezing gelijkmatig geschiedt, wordt de hierdoor veroorzaakte fout door de combinatie der drie waarnemingen geelimineerd.

Van veel belang is het, dat de waarnemingen zoo snel mogelijk geschieden en dus de magneten in den afgeweken toe-

stand spoedig in rust komen. In den multiplicator geschiedde dit door den zeer sterk dempenden koperring binnen 4 seconden. Bij de tangentenboussole was de demping niet zoo aanzienlijk en werd de magneet op eene zeer eenvoudige, door Prof. BOSSCHA aangegeven wijze, in rust gebracht. Nabij een der polen van den magneet werd een solenoide geplaatst, waarin de voor de kijkers gezeten waarnemer den stroom verbreken of in de eene of andere richting kon door laten gaan. Ging nu de slingerende magneet voorbij zijn evenwichtsstand, dan liet men de solenoide, door stroomsluiting in een of anderen zin gedurende een oogenblik daarop aantrekkend of afstootend werken, waardoor dan de magneet binnen één minuut in rust was gebracht.

Ook is het noodig, dat de aflezingen van multiplicator en tangentenboussole zoo na mogelijk gelijktijdig geschieden, opdat veranderingen in de electromotorische kracht van geen invloed zullen zijn. SCHROEDER VAN DER KOLK acht het hiertoe noodzakelijk, dat de waarnemingen door twee personen geschieden; bij dit onderzoek zijn zij evenwel steeds door één persoon verricht. Terwijl de naald van de tangentenboussole door de solenoide tot rust werd gebracht, werd de multiplicator afgelezen en nadat dit ook met de tangentenboussole verricht was, nogmaals gecontroleerd of de eerste ook een verandering had ondergaan. Het tijdsverloop tusschen de twee aflezingen is dan veel geringer, dan dat voor een geheele stroomsterktebepaling, gedurende welke men toch moet aannemen, dat de electromotorische kracht onveranderd blijft. Ook veroorzaakt de aflezing van de beide instrumenten door één waarnemer geen verlenging van den duur eener stroomsterktebepaling, daar gedurende het in rust brengen van de tangentenboussolenaald er ruim gelegenheid was den multiplicator af te lezen.

De aflezingen geschiedden in tiende- soms in twintigste deelen van millimeters.

Bij het gebruik dezer methode van weerstandsbepaling wordt ondersteld, dat gedurende de stroomsterktebepalingen, waaruit $\frac{m}{n}$ zal afgeleid worden, de weerstanden a en b onveranderd blijven. Daar evenwel de stroom, die door deze draden gaat ze verwarmt, zal nimmer geheel aan deze voorwaarde vol-

daan kunnen worden en daarin ligt een *tweede* bron van fout.

De vraag is, wat de invloed hiervan op de bepaling van $\frac{m}{n}$ zal zijn en hoe men dien zoo gering mogelijk kan maken.

Daar zich a priori over den invloed dier verwarming op $\frac{m}{n}$ niet veel laat zeggen, werd om het bedrag daarvan eenigzins te kunnen nagaan, na de bepaling van I_0, I_1 en I_2 nog eene bepaling van I_0 verricht en het gemiddelde van de beide waarden van I_0 bij I_1 en I_2 in rekening gebracht. Zijn *a* en *b* niet veranderd, dan moet voor I_0, behoudens de verschillen, door de eerste bron van fouten veroorzaakt, dezelfde waarde nà als vóór de bepaling van I_1 en I_2 gevonden worden Bestaat er verschil dan kan de grootte daarvan een maatstaf zijn van de grootte der fouten, die door de verandering der weerstanden *a* en *b* worden veroorzaakt.

In den regel bedroeg dit verschil enkele tienduizendste deelen: enkele malen klom het tot één duizendste en dan werden de bepalingen behouden, indien er aanleiding bestond te meenen, dat dit verschil voor een aanzienlijk deel door declinatieverandering veroorzaakt werd, daar gelijk wij gezien hebben, een fout in I_0 van geringen invloed op de bepaling van $\frac{m}{n}$ is. Bij grootere verschillen tusschen de beide waarden van I_0, zooals enkele malen voorkwam, werd de bepaling niet gebruikt.

De grootte der verwarming zelve hangt af van de stroomsterkte en van den tijd gedurende welken de stroom gesloten bleef. De stroom werd steeds geleverd door één DANIELL element en de grootste sterkte van den hoofdstroom bedroeg ongeveer 1 Web. eenheid. Verder werd alle zorg besteed, dat de stroom gedurende zoo korten tijd als slechts voor de aflezing noodig was, gesloten bleef.

Enkele malen is getracht, door eene combinatie van bepalingen in de volgorde I_0, I_1, I_2, I_1, I_0 de fouten door verwarming veroorzaakt eenigermate te elimineren, doch de afwijkingen onderling der uitkomsten bleven nagenoeg dezelfde. En vooral daarom is deze handelwijze opgegeven, omdat door den

langeren duur eener geheele bepaling, grooter kans bestond, dat wegens eene aanzienlijke declinatieverandering gedurende een der stroomsterkte-bepalingen de geheele waarneming verworpen moest worden.

Vóór wij nu overgaan tot de beschrijving der met de kwikbuizen verrichte waarnemingen, zullen wij nagaan welke correctiën aan de aflezingen van de tangentenboussole zijn aan te brengen om die als evenredig met de stroomsterkten te mogen beschouwen. Deze correctiën zijn van drieërlei aard:

1°. eene correctie, omdat de aflezingen evenredig zijn met de tangenten van den *dubbelen* uitwijkingshoek van den magneet.

2°. om de afwijking van de evenredigheid der stroomsterkten van de wet der tangenten;

3°. wegens de breking der door de verzilverde vóórvlakte van den spiegel teruggekaatste stralen door de glazen dekplaat.

Deze correctiën zijn uitvoerig behandeld door SCHROEDER V. D. KOLK in zijne aangehaalde verhandeling en wij hebben die wijze geheel gevolgd: met deze uitzondering nochtans dat, zooals door SPRUYT in zijne dissertatie is opgemerkt, voor de 3e correctie het dubbele van het door SCHROEDER V. D. KOLK aangegeven bedrag in rekening is gebracht.

De eerste correctie wordt gevonden door de tangens van den uitwijkingshoek uit te drukken in die van den dubbelen hoek en de daarvoor verkregen uitdrukking in eene reeks te ontwikkelen, volgens de opklimmende machten van $\frac{e}{a}$, waarbij e de aflezing aan de eene zijde van het nulpunt en a de afstand van spiegel tot schaal beteekent. Bij onze bepalingen bedroeg die afstand 2.925 M.

De tweede correctie is verricht volgens de door Prof. BOSSCHA *) gegeven uitdrukking voor het verband tusschen d stroomsterkte en de afwijking van den magneet in eene tangentenboussole, wanneer daarbij op de lengte van de naald en de breedte der windingen gelet werd. Substitueerden wij de afmetingen onzer tangentenboussole in die formule, dan werd

*) POGG., *Ann.* Bd. 101, pag. 527.

voor de correctie aan de afwijking e van het nulpunt op de schaal aan te brengen, gevonden:

$$0.03075 \frac{e^2}{4a^2 + e^2} e.$$

De laatste correctie wordt aangebracht voor de evenwijdige verplaatsing die de van den spiegel teruggekaatste lichtstraal door de 6 m.M. dikke dekplaat ondergaat. De correctie aan e aan te brengen is:

$$6 \frac{e}{a} \left(\frac{n-1}{n} + \frac{n^2-1}{2n^3} \frac{e^2}{a^2} \right)$$

waarin n den brekingscoëfficient van het glas voorstelt.

Gaan wij nu over tot eene nadere beschrijving van wat met de met kwikzilver gevulde buizen is verricht.

Vooràl moest bij het gebruik dezer buizen als weerstanden er op gelet worden, dat in den tak waarin de multiplicator stond, bij het inbrengen der kwikbuizen geen andere weerstand dan deze werd ingevoerd. Ten einde dit zoo goed mogelijk te verkrijgen, werden glazen bakjes gebruikt van circa 5 c.M. in het vierkant doorsnede en gelijke hoogte.

De kwikbuizen werden in openingen in 't midden van een zijwand der bakjes aangebracht, door middel van caoutchouc-stoppen bevestigd. De uiteinden der buizen bevonden zich daarbij op ongeveer 1 c.M. afstand van den zijwand. Dit geheel werd nu met kwikzilver gevuld, welke vulling evenals die, bij de bepaling van den inhoud der buizen, geschiedde door middel van den kwikzilverluchtpomp.

Eenige malen gedurende de proefneming werden de buizen gevuld op de door SABINE en DEHMS gevolgde wijze, die de buizen horizontaal plaatsten, er langzaam kwikzilver door lieten loopen en ze behoorlijk gevuld achten, wanneer men, nauwkeurig toeziende, geen luchtbellen opmerkte. Doch op deze manier is het ons, ook wanneer geen luchtbellen te bespeuren waren, nimmer mogen gelukken juiste resultaten te verkrijgen.

De beide kwikbuizen met bakjes werden in een zinken bak geplaatst, die met water gevuld was, dat voortdurend geroerd werd.

Om de kwikbuizen in de geleiding in te lasschen, werden geamalgameerde koperdraden in de bakjes geplaatst: de beide draden in één bakje, wanneer de weerstand van de buis niet in de geleiding moest voorkomen. Hierdoor werd verkregen, dat bij het inlasschen van de buizen, niet tevens een bijkomende weerstand van verbindingsstukken werd ingevoerd. Ten overvloede bleek dit nog daaruit, dat een verplaatsen van een koperdraad in een bakje geen merkbaren invloed had.

IJzerdraden werden niet gebezigd, om de door SIEMENS en anderen waargenomen onregelmatigheden in den weerstand bij overgang van ijzer op kwikzilver.

Aanvankelijk waren geamalgameerde koperen plaatjes ter verbinding in de kwikbakjes geplaatst, doch aanmerkelijk verschil in uitkomsten werd verkregen, wanneer deze plaatjes verplaatst, op nieuw geamalgameerd, of afgeschuurd waren.

Bij het gebruik der draden werden nimmer dergelijke storingen bemerkt. Het bezwaar van de verontreiniging van het kwikzilver door koper werd zooveel mogelijk tegengegaan door de draden alleen, als dit bij de aflezing noodig was, in de bakjes te plaatsen. Ook kon wel aangenomen worden, dat de verontreiniging voornamelijk van invloed moest zijn op het kwikzilver in de bakjes en niet op dat in de buizen.

Al het gebruikte kwikzilver was gedistilleerd in den toestel van WEINHOLD.

Het eerste werden de buizen 8 en 9 genomen. De waarde $\left(\frac{9}{8}\right)$, afgeleid uit de afmetingen der buizen bedraagt 0.7515, of als de weerstand der electroden daarbij in rekening gebracht wordt, 0.7517.

De bepalingen van de verhouding der weerstanden leverde echter eene waarde op, die ruim 1 pCt. te groot was, terwijl de verschillende bepalingen onderling slechts enkele tienduizendste verschilden, zoodat die afwijking aan een constante oorzaak moest toegeschreven worden. 't Waarschijnlijkste was dus, dat bij de lengte-bepaling eene vergissing begaan was, die na afloop der weerstandsbepaling kon worden hersteld. Alzoo wordt overgegaan tot bepaling der verhouding $\left(\frac{7}{8}\right)$, waarvan de berekende

waarde is 1.0168 of met den weerstand der electroden 1.0166. De verhouding door weerstandsbepaling verkregen, week van deze waarde niet meer af, dan enkele tienduizendste deelen, zoodat hier eene gewenschte overeenstemming in beide waarden bestond. Het vermoeden, dat er een fout in de bepaling van de lengte van basis (9) was ingeslopen, werd door deze uitkomst bevestigd.

Doch bij de buizen (6) en (8) werd weer een aanmerkelijk verschil opgemerkt in de berekende en de waargenomen waarde der verhouding. De eerste bedroeg 1.1387 of 1.1386: de tweede 1.1421.

Het scheen dus dat er niet een fout bij de bepaling der afmetingen van de buizen begaan was, doch dat er een storende werking bestond, die zich des te sterker deed gevoelen, naarmate de te bepalen verhouding meer van de eenheid afweek. Bij de verhouding 0.75 bedroeg de afwijking $^{r}/_{100}$; bij 1.016 was ze zeer gering en bij 1.138 nagenoeg $^{1}/_{300}$. Om nu de oorzaak der verschillen na te sporen werd dus een paar buizen gekozen, voor welke de waarde der verhouding van de weerstanden meer van de eenheid afweek: de buizen (4) en (8) voor welke de berekende verhouding 1.4008 of 1.4005 bedraagt.

De weerstand dezer buizen werd nu onder verschillende omstandigheden bepaald: daarbij bleek dat zeer verschillende waarden verkregen werden, indien de stroomsterkte en dus de aflezingen op de schaal der tangentenboussole gewijzigd werd Zoo vond men:

$I_0 = \frac{a+b}{a} i$	$I_1 = \frac{a+b+(8)}{a} i$	$I_2 = \frac{a+b+(4)}{a} i$	$\frac{(4)}{(8)}$
376	755	907	1.4005
425	854	1028	1.4023
488	981	1182	1.4040
512	1017	1228	1.4068
577	1163	1407	1.4094

Eenvoudigheidshalve zijn de stroomsterkten opgegeven door de aantallen geheele millimeters afwijking op de schaal.

De storende werking deed zich dus bij kleine afwijkingen der tangentenboussole weinig gevoelen, doch nam vrij aanzienlijk toe bij grootere uitwijkingen.

Naar allerlei oorzaken werd nu gezocht, die dit verschijnsel zouden kunnen voortbrengen, als polarisatie, verwarming van draden, electrodynamische werking van deelen der geleiding op de meetinstrumenten, enz.; doch geen dezer was in staat die afwijkingen te verklaren.

Eindelijk kwam men op het denkbeeld, dat de koperen demper, die den magneet van de tangentenboussole omgaf, ijzerhoudend kon zijn en daardoor invloed uitoefenen op de uitwijkingen van den magneet. De demper werd verwijderd en vervangen door een dempende solenoide en nu bleek de weerstandsbepaling uitkomsten te leveren, die onafhankelijk waren van de grootte der stroomsterkte, zoodat in dien demper werkelijk de oorzaak der afwijking heeft gelegen.

Wij hebben opzettelijk eenigszins uitvoerig over deze afwijkingen gesproken, omdat meermalen dit verschijnsel zou kunnen voorkomen, zonder dat de aandacht er zich op vestigen zou: hier, alleen omdat de verhouding der weerstanden reeds door berekening gevonden was, moest deze bron van fout aan 't licht komen. En daar men immer gevaar loopt bij dempers niet volkomen ijzervrij koper te hebben, zal het steeds aan te bevelen zijn, dien bij meetinstrumenten weg te laten en den magneet door eene solenoide op de beschreven wijze in rust te brengen.

Alle tot hiertoe verrichte weerstandsbepalingen werden dus herhaald en de weerstanden van alle buizen op nieuw met die van buis (8) vergeleken.

Daar het wenschelijk gebleken was, dat eene weerstandsbepaling zoo spoedig mogelijk afliep, werden verder telkens *vier* stroomsterkten bepaald in deze volgorde: ingelaschte weerstand 0, daarna elk der buizen achtereenvolgens, en eindelijk weder met ingelaschten weerstand 0. De laatste bepaling diende dan tot contrôle. Daar voor elke stroomsterkte-bepaling drie aflezingen te verrichten zijn, werden dus bij elke weerstandsbepaling 24 schaalaflezingen verricht.

Van elke bepaling deelen wij één volledig voorbeeld mede:

voor elke verhouding van weerstanden, werden 6 dergelijke bepalingen verricht.

In de eerste kolom wordt aangewezen welke weerstand in den zijtak is ingelascht, in de tweede het verschil in aflezing op de schaal links en rechts in millimeters bij de tangentenboussole: in de derde hetzelfde voor den multiplicator en in de vierde de afwijkingen in de tangentenboussole wanneer die in den multiplicator tot een bedrag 10000 herleid zijn, waardoor die aflezingen, vooral de eerste en vierde, onderling vergelijkbaar worden.

	Weerstand.	Afw. Tgt.-boussole.	Afw. Multiplicator.	Herleide afw. Tgt.-boussole.
	(0)	614.2	918.7	6722.1
verhouding $\frac{(4)}{(8)}$	(8)	1101.4	919.0	11984.8
	(4)	1299.7	920.5	14119.5
	(0)	617.4	919.4	6715.3
	(0)	700.5	982.1	7132.7
verhouding $\frac{(6)}{(8)}$	(6)	1301.7	981.6	13261.0
	(8)	1233.0	985.5	12511.4
	(0)	702.5	985.1	7132.5
	(0)	687.6	969.0	7096.0
verhouding $\frac{(7)}{(8)}$	(7)	1211.2	965.3	12547.4
	(8)	1202.6	965.3	12458.3
	(0)	684.2	964.4	7094.6
	(0)	712.8	944.6	7546.1
verhouding $\frac{(2)}{(8)}$	(8)	1242.2	937.3	13252.9
	(2)	1155.4	938.2	12315.0
	(0)	711.8	942.8	7546.0
	(0)	577.0	917.2	6290.9
verhouding $\frac{(9)}{(8)}$	(9)	912.4	927.1	9841.4
	(8)	1001.2	908.1	11025.2
	(0)	580.8	923.1	6292.2
	(0)	548.9	943.0	5820.8
verhouding $\frac{(1)}{(9+8)}$	(1)	1397.4	947.8	14743.6
	(9+8)	1247.7	943.8	13220.0
	(0)	547.8	941.5	5818.2

Deze bepalingen leverden nu, na het aanbrengen der correcties, de volgende uitkomsten op voor de verhoudingen :

	$\frac{(1)}{(9)+(8)}$	$\frac{(2)}{(8)}$	$\frac{(4)}{(8)}$	$\frac{(6)}{(8)}$	$\frac{(7)}{(8)}$	$\frac{(9)}{(8)}$
	1.2020	0.8369	1.3998	1.1380	1.0164	0.7515
	1.2024	0.8367	1.4013	1.1382	1.0163	0.7517
	1.2019	0.8369	1.4005	1.1390	1.0171	0.7510
	1.2013	0.8371	1.4010	1.1382	1.0170	0.7510
	1.2015	0.8365	1.4008	1.1389	1.0171	0 7515
	1.2017	0.8378	1.4004	1.1375	1.0168	0.7515
Gemiddeld	1.2018	0.8369	1.4006	1 1383	1.0167	0.7514
Berekend *a*	1.2022	0.8372	1.4008	1.1383	1.0168	0.7515
Berekend *b*	1.2014	0.8372	1.4005	1.1381	1.0166	0.7517

a zonder correctie voor den weerstand der electroden.
b met 〃 〃 〃 〃 〃 〃

Eindelijk werd nog bepaald de verhouding $\frac{(2)+(4)}{(1)}$. Evenals van de vorige volgt hier eene enkele bepaling :

	Weerstand	Afw. Tangtbouss.	Afw. multipl.	Herleide Afw. Tgt.-boussole.
	0	538.4[5]	923.4	5831.2
$\frac{(2)+(4)}{(1)}$	(2) + (4)	1418.0[5]	924.3[5]	15341.4
	(1)	1360.1	921.0	14767.7
	0	536.9	921.1	5828.9

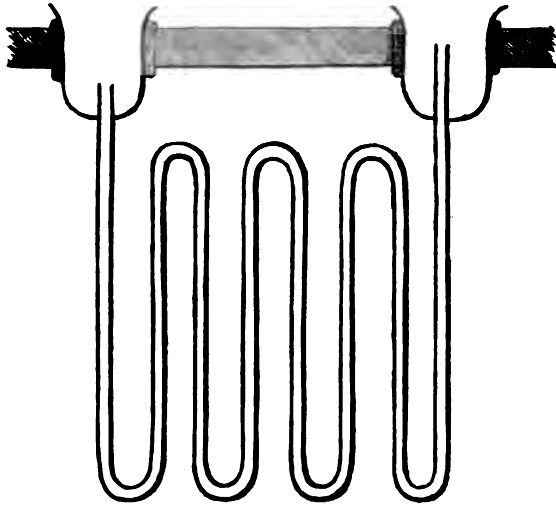
Als uitkomst der verschillende bepalingen werd verkregen :

1.0629
1.0625
1.0626
1.0623
1.0629

gemiddeld . . 1.0628

terwijl de berekende verhouding bedroeg 1.0628 of (met weerstand der electroden) 1.0632.

Na afloop dezer bepalingen werd nu overgegaan tot het oorspronkelijke, in den aanvang vermelde doel, namelijk de bepaling van de verandering van den weerstand van kwikzilver bij temperatuursverandering.



Tot dit doel werden twee glazen toestellen vervaardigd van bovenstaanden vorm. Een glazen buis van circa 1 M. lengte werd hiertoe omgebogen en aan de beide uiteinden van glazen bekertjes van ongeveer 3 c.M. middellijn voorzien. De weerstand van deze buis, met kwikzilver gevuld bedroeg nagenoeg $^1/_4$ van eene eenheid van SIEMENS. De vulling geschiedde door langzaam ingieten van kwikzilver, waarna het geheel onder den klok van een luchtpomp geplaatst en de ruimte luchtledig gemaakt werd, waarbij mogelijk aanwezige luchtbellen verdwenen.

Bij de bepaling werd van dit beginsel uitgegaan, dat het beter was de weerstandsverandering zoo nauwkeurig mogelijk bij enkele weinige temperatuursverschillen, die men constant kon houden te bepalen, dan bij een groot aantal minder zekere temperatuursverschillen. Een der buizen werd alzoo in smeltend ijs, de andere in stoom van 100° geplaatst. De toestel-

len waarin de buizen tot verkrijging dezer temperaturen geplaatst waren, hadden groote overeenkomst met die, welke men gebruikt voor het verifieeren der vaste punten van thermometers. Voor het ijs werd een bak gebruikt, waaruit voortdurend het gesmoltene weg kon vloeijen: voor 't kokend water een ketel met dubbelen wand, waartusschen de stoom zich begeven moest, om te kunnen ontwijken. Bij dezen toestel kostte het veel moeite te zorgen, dat de gecondenseerde stoom niet op de kwikzilver oppervlakte in de bekertjes neersloeg: dit werd ten slotte bereikt, door den glazen toestel stoomdicht in 't deksel te bevestigen, zoodat de kwikoppervlakken in de bekertjes naar buiten kwamen, en de stoom door caoutchoukslangen, verbonden aan in de zijwanden aangebrachte buizen, weg te voeren. Waren nu de bekertjes niet geheel in den stoom geplaatst, met de buis zelf was dit wel het geval.

Temperatuursbepalingen waren bij deze inrichting overbodig: alleen werd de barometerstand bepaald; daar deze echter gedurende de waarnemingen zeer weinig van 760 m.M. verschilde, soms enkele millimeters daarboven, dan weer iets daarbeneden was, werd voor de gemiddelde temperatuur van het kwikzilver in den stoom 100° aangenomen.

Vooreerst werd nu de verhouding der weerstanden bepaald, wanneer de buizen dezelfde temperatuur hadden, waartoe zij in een bak met water geplaatst werden, dat de temperatuur van het vertrek aangenomen had. Noemen wij de weerstanden der buizen bij t°, p_t en q_t, dan werd gevonden:

$$\frac{p_t}{q_t} = \left.\begin{matrix} 1.1952 \\ 1.1935 \\ 1.1931 \\ 1.1940 \end{matrix}\right\} = 1.1939.$$

Nu werd een der buizen in ijs, de andere in stoom gebracht en op nieuw de verhouding der weerstanden, alzoo $\frac{p_0}{q_{100}}$ bepaald. Dit leverde echter eenig bezwaar op, waardoor eene verandering noodig werd in de wijze, waarop de verhouding bepaald werd. Want, volgens BOSSCHA's methode moet de weer-

stand van den neventak, waarin de multiplicator geplaatst is, en die in de vroegere formulen b genoemd is, constant blijven gedurende de geheele bepaling. Doch, wanneer de in ijs geplaatste buis ingelascht werd, door de koperdraden in de bekertjes te plaatsen, en daarna de in stoom geplaatste buis op dezelfde wijze ingelascht werd, kon gedurende die beide waarnemingen de weerstand b niet onveranderd blijven, daar de veranderde temperatuur der uiteinden noodzakelijk daarop invloed moest uitoefenen.

Ten einde hierin te voorzien, werd nu de bepaling aldus ingericht: eerst werden de beide koperdraden in één bakje waarin kwikzilver van 0°, geplaatst en aldus $I_0 = \frac{a+b}{a} i$ bepaald: daarna in ieder der bakjes van 0° één draad en daardoor $I_1 = \frac{a+b+p_0}{a} i$ bepaald: eindelijk werd de eerste bepaling herhaald: uit de beide waarden van I_0 het gemiddelde genomen en van I_1 afgetrokken, waardoor $\frac{p_0}{a} i$ gevonden werd. Gedurende deze drie waarnemingen kon men aannemen dat b standvastig gebleven was. Nu werden drie dergelijke bepalingen verricht wanneer de koperdraden zich bevonden in de bakjes met kwikzilver van 100°, waarbij b in b' veranderd was: men heeft dan

$$I'_0 = \frac{a+b'}{a} i \text{ en } I_2 = \frac{a+b'+q_t}{a} i$$

waaruit $\frac{q_t}{a} i$ gevonden wordt. Men is dus hierbij onafhankelijk van de veranderingen van b, en omtrent a mag worden ondersteld dat zij standvastig is gebleven. In deze veranderingen van b moet echter de oorzaak gezocht worden van de mindere nauwkeurigheid dezer weerstandsbepalingen in vergelijking met die bij dezelfde temperatuur verricht.

Het is wellicht niet overbodig hier op te merken, dat eene storende aanwezigheid van thermostroomen hier uitgesloten is, daar de beide contactplaatsen van koper- en kwikzilver steeds dezelfde temperatuur hadden.

Als voorbeeld volgt hier eene volledige waarneming:

Weerstand.	Tgt.-boussole.	Multipl.	Afw. Tgtb. tot 10000 van den Multipl. teruggebr.
0	546.8	969.0	5643.0
p_0	1272.65	970.1	13118.7
0	545.85	967.35	5642.6
0	546.3	970.4	5629.1
q_{100}	1338.2	973.1	13751.9
0	545.45	969.3	5621.1

De waarden $\frac{a+b}{a}\,i$ en $\frac{a+b'}{a}\,i$ verschilden dus ongeveer $^1/_{400}$.

De verschillende bepalingen leverden nu de volgende resultaten:

$$\frac{p_0}{q_{100}} = \begin{matrix} 1.0860 \\ 1.0874 \\ 1.0891 \\ 1.0865 \\ 1.0830 \\ 1.0861 \end{matrix} \text{ gemidd. } 1.0864 \qquad \frac{p_{100}}{q_0} = \begin{matrix} 1.3122 \\ 1.3118 \\ 1.3181 \\ 1.3097 \\ 1.3092 \\ 1.3107 \\ 1.3090 \end{matrix} \text{ gem. } 1.3101.$$

Stellen wij nu $p_t = p_0(1 + \alpha t)$, dan is α de gemiddelde weerstandsverandering per graad en vinden wij:

$$\alpha = \frac{1.1939 - 1.0864}{100 \times 1.0864} = 0.000989,$$

$$\alpha = \frac{1.3101 - 1.1939}{100 \times 1.1939} = 0.000974,$$

$$\alpha = \frac{1}{100}\left(\sqrt{\frac{1.3101}{1.0864}} - 1\right) = 0.000981.$$

Deze waarden moeten echter nog eene kleine correctie ondergaan voor de uitzetting van het glas bij de verwarming: is k de lineaire uitzettingscoefficient van glas, dan wordt de weerstand door de uitzetting

$$p_t = p_0\,(1 + \alpha t)\,\frac{(1 + kt)}{(1 + kt)^2} =$$

(omdat k klein is)

$$p_0\,(1 + (\alpha - k)\,t).$$

Bovenstaande waarden van α moeten dus met $k = 0.000008$ vermeerderd worden en zijn alzoo: 0.000997; 0.000982: 0.000989:

gemiddeld . . . 0.000989.

Deze uitkomst nadert zeer tot die van SIEMENS, die zonder de correctie voor de uitzetting van het glas 0.000985 vindt, Doch nu moet nog uitgemaakt worden in hoeverre de aanname $P_t = P_0\,(1 + \alpha t)$ gegrond was en of niet veeleer $P_t = P_0(1 + \alpha t + \beta t^2)$ moet gesteld worden.

Bij de groote overeenkomst met de uitkomst van SIEMENS bestond eenige reden voor het laatste vermoeden. Want hoewel SIEMENS van zijn eigen waarnemingen verklaart: „diese Werthen zeigen, dass die Curve der Widerstandszunahme bei Quecksilber als gerade Linie anzunehmen ist," meenen wij uit die waarnemingen juist 't tegendeel te moeten afleiden. Zij kunnen in dezen vorm gebracht worden.

T. (temperatuur)	W_t (weerst. bij t_0)	$\frac{W_t - W_0}{t}$	
0	876.18		
18°.51	890.73	0.786	
28 .59	899.73	0.824	0.817
27 .79	898 69	0.810	
42°.24	911.55	0.837	
41 .14	910.49	0.834	0.829
40 .49	909.23	8.816	
59 .59	926.24	0.832	
57 .14	924.10	0.839	0.835
55 .29	922.40	0.834	
97 .44	960.45	0.856	0.864
97 .14	960.01	0.863	

Daar nu de getallen in de laatste kolom bij toenemende temperatuur eene ondubbelzinnige stijging vertoonen, meenen wij dat SIEMENS ten onrechte de kromme der weerstandsvergrooting als rechte lijn beschouwt.

Om nu de waarde van den coëfficiënt β te bepalen, werd een der buizen weder in ijs geplaatst, doch de andere in een waterbad met gemiddelde temperatuur van ongeveer 57° gebracht: door eene kleine vlam, kon die temperatuur vrij standvastig gehouden worden, terwijl door een paar roerders er voor gezorgd werd, dat de geheele watermassa van gelijke temperatuur was. De temperatuur van het waterbad werd telkens vóór en na de stroomsterkte-bepaling afgelezen. Hierbij werd gevonden:

$$\frac{p_{57.3}}{q_0} = \begin{matrix} 1.2588 \\ 1.2594 \\ 1.2602 \\ 1.2585 \\ 1.2591 \\ 1.2595. \end{matrix} \quad \text{gemidd. } 1.2592.$$

Stellende $p_{57.3} = p_0 (1 + 57.3 (\alpha - k))$ vindt men $\alpha = 0.000963$. Terwijl dus voor de gemiddelde toeneming van den weerstand per graad tusschen 0° en 100° verkregen wordt 0.000989, vindt men voor dit bedrag tusschen 0° en 57.3°, 0.000963, eene uitkomst die zeer weinig van die van SIEMENS afwijkt.

De formule $P_t = P_0 (1 + \alpha t)$ voldoet derhalve niet en de betrekking tusschen weerstand en temperatuur zal voorgesteld moeten worden door eene formule, van den vorm

$$P_t = P_0 (1 + \alpha t + \beta t^2)$$

De waarden van α en β kunnen afgeleid worden uit de vergelijkingen:

$$\frac{P_{57.3} - P_0}{57,3.\, P_0} = 0.000963 \text{ en } \frac{P_{100} - P_0}{100\, P_0} = 0.000989,$$

waaruit wij vinden:

$$P_t = P_0 (1 + 0.000929.\, t + 0.0000006\, t^2).$$

Ter contrôle werd nu nog ten slotte de weerstands-vergrooting tusschen 45° en 100° onderzocht: een der spiralen in een waterbad van circa 45°, de andere in stoom geplaatst zijnde.

Voor $\frac{P_t}{Q_t}$ de waarde 1.1939 aannemende, geeft de formule voor $\frac{P_{45.2}}{Q_{100}}$ de waarde 1.1332, terwijl de weerstands-bepaling voor deze verhouding de waarde 1.1328, en dus eene zeer voldoende overeenstemming aanwees.

In den regel zal men bij het gebruik van kwikzilver-weerstanden, deze bij eene gemiddelde temperatuur van circa 15° aanwenden, en dus de correctie voor de temperatuur zich over een veel kleiner temperatuursverschil uitstrekken, dan dat waaruit hier de coëfficiënten α en β zijn afgeleid. Men zal in die gevallen weinig van de juiste waarde verwijderd zijn, indien men voor die correctie per graad 0.00094 aanneemt.

Al de hier vermelde bepalingen zijn verricht in het Physisch Laboratorium der Polytechnische School alhier. Door de welwillendheid van Prof. BOSSCHA was het mij vergund van de localiteit en de hulpmiddelen dier inrichting bij dit onderzoek gebruik te maken. Daarvoor, en voor de in ruime mate ontvangen hulp en raadgevingen, breng ik hem en den heer SNIJDERS, Leeraar in de Natuurkunde aan die School, mijn welgemeenden dank.

Delft, December 1876.

DE
GEOLOGISCHE EN PHYSISCHE GESTELDHEID VAN DEN ZUIDERZEE-BODEM,

IN VERBAND MET DE VOORGENOMEN DROOGMAKING.

DOOR

P. HARTING.

Reeds voor vele jaren trok het herhaaldelijk mijne aandacht dat, waar het diluviale zand den ondergrond uitmaakt, — en, gelijk men weet, is dit in een groot gedeelte van ons vaderland het geval, — het uit dit zand opstijgende water niet zelden de blijken draagt van met zeewater vermengd te zijn.

Het eerst bleek dit aan het water dat in de diepe putten opsteeg, die, in de hoop van goed drinkbaar water te vinden, vóór een 25- à 30tal jaren op verschillende punten der stad Amsterdam geboord zijn. Het zeezoutgehalte in het water nam toe naarmate de put dieper en naar gelang er meer water uit opgepompt werd *). Eenigen tijd daarna vond ik ook zeezout in het water van een tot in het diluviale zand doordringenden put op het eiland Urk †), terwijl bovendien het water in die put rijst en daalt, hetgeen hoogst waarschijnlijk samenhangt met het rijzen en dalen der oppervlakte van het omringende zeewater. Ook bij de zeer diepe (ruim 182 meter) putboring te Gorinchem bleek het uit den bodem der put opwellende water sterk zouthoudend te zijn §), het-

*) Zie mijne verhandeling: *De bodem onder Amsterdam*, Verh. d. 1ste Kl. van het Koninklijk Nederlandsch Instituut 1852, bl. 147.

†) *Het eiland Urk, zijn bodem, voortbrengsels en bewoners*, Utrecht 1853, p. 47 en 52

§) *De bodem onder Gorinchem*, Verh. d. Geologische Commissie, p. 38 (140).

geen des te opmerkelijker is, omdat deze plaats zoo ver binnenslands is gelegen.

Een en ander gaf mij de overtuiging, dat, waar de ons vaderland omringende zee op bloot liggend diluviaal zand rust, het zeewater hierin niet alleen doordringt maar zich ook tot op groote afstanden in horizontale richting daarin naar alle zijden verbreiden kan, zoolang het geen leem- of kleilagen ontmoet, die het tegenhouden, of de toevloed van het als rivierwater of als regen in den bodem dringende water niet groot genoeg is om den aandrang van het zeewater het evenwicht te houden.

Toen nu het eerste ernstige plan tot droogmaking van het zuidelijk gedeelte der Zuiderzee was geopperd en daarbij was voorgesteld het eiland Urk als steunpunt voor den aan te leggen dijk te kiezen, meende ik daarin een groot gevaar te zien. Een groot gedeelte van dat eiland is een zich tot omstreeks 9 meters boven het zeevlak verheffende diluviale leemheuvel, rustende op een diluvialen zandbodem met talrijke gerolde steenen of erratische blokken. Die zandbodem strekt zich, geheel onbedekt, tot op verren afstand rondom het eiland uit. Een tegen het eiland steunende afsluitdijk zoude derhalve voor een zeer aanmerkelijk gedeelte op dien zandbodem rusten. Het aan de noordzijde van dien dijk in den bodem dringende zeewater zoude onder den dijk door filtreerende weder aan de andere zijde opstijgen, en wel des te sneller naar gelang het verschil in drukking tusschen het water aan de noord- en dat aan de zuidzijde grooter werd. Eenige reeds voorlang genomen proeven, waarbij mij de betrekkelijk groote snelheid gebleken was, waarmede water, onder eene zekere drukking staande, zich eenen weg zelfs door zeer fijn zand baant, deden mij zelfs vrezen dat, indien de afsluitdijk in die richting werd aangelegd, het nooit gelukken zoude den daarachter gelegen polder droog te maken.

Men moet wel in het oog houden dat de oorzaak der doordringbaarheid van zand eene geheel andere is dan die van de doordringbaarheid van veen. Veen is als het ware een spons die zeer veel water doorlaat, zoolang zij niet sterk wordt samengeperst. Geschiedt dit echter door er een sterke drukking op uit te oefenen, b. v. door het leggen van een zeer zwaren

dijk, dan kan eene veenmassa eindelijk zoo worden samengeperst, dat zij even ondoordringbaar voor water wordt als b. v. hout. Zoo zullen in een veenachtigen bodem, gelijk b. v. die van den Haarlemmermeerpolder, aanvankelijk talrijke kwellen het werk vertragen, maar al naar gelang de droogmaking vordert en de ringdijk verzwaard wordt, zal het daaronder gelegen veen meer en meer worden samengeperst, tot het eindelijk geen water meer doorlaat.

Met zand is dit een geheel ander geval. Zand laat zich niet samenpersen, omdat het bestaat uit zeer harde, gerolde kwartskorrels die, hoe dicht zij ook tegen elkander aanliggen, altijd kleine opene ruimten tusschen zich overlaten, waardoor een net van capillaire kanaaltjes ontstaat, waarin wel is waar het water eenen zekeren tegenstand ontmoet, maar die, zelfs in het fijnste zand, mits het uit gerolde, min of meer rondachtige of althans bolle oppervlakten aanbiedende korrels bestaat, toch nog altijd ruim genoeg zijn om aan het water eenen betrekkelijk snellen doortocht te verschaffen.

Dat klei en leem een zooveel grooteren weêrstand aan water bieden, hangt geenszins enkel daarvan af dat deze gewoonlijk uit kleinere lichaampjes zijn samengesteld dan het zand. Soms toch ontmoet men klei die, bij mikroskopisch onderzoek, uit tamelijk groote korrels blijkt te bestaan, zoo groot als en soms grooter dan de korrels van fijn zand. En toch is zulke klei altijd merkelijk minder doordringbaar voor water dan zand. De oorzaak hiervan is dat het groote meerendeel der de klei samenstellende lichaampjes uit scherpkantig gruis van andere kristallinische gesteenten, veldspaath, hoornblende, mica enz., bestaat, waarvan de korrels niet hard genoeg zijn om evenals de kwartskorrels, bij de voortbeweging door water, door rolling eenvoudig afgesleten te worden en zoo bolle oppervlakten te verkrijgen. De kleilichaampjes hebben integendeel altijd de gedaante van kleine schilfers, met scherpe hoeken en kanten. Zetten deze zich nu, bij bezinking, in water af, dan voegen zij zich zooveel mogelijk ineen, om de kleinst mogelijke ruimte in te nemen, en zoo kan het niet anders of de openingen tusschen de lichaampjes worden veel kleiner en het geheele kanalenstelsel onregelmatiger en nauwer, terwijl tevens de aaneenkleving der deeltjes onder-

ling grooter wordt, omdat zij voor een deel met platte vlakken tegen elkander aanliggen. Vandaar dat met water doordrongen klei tot een half vloeibaren modder wordt, iets dat bij zand nooit het geval is, waar elk korreltje op zich zelf blijft. Tevens is dit de oorzaak van de meerdere of mindere kneedbaarheid of plasticiteit van klei en van leem.

Natuurlijk neemt de wrijving en daarmede de aan het water geboden weerstand in het algemeen toe met het kleiner worden der korrels, omdat daardoor de gezamentlijke oppervlakte grooter en de tusschenruimten kleiner worden. Dit geldt van klei en leem evenzeer als van zand. Bestaat er bij dit laatste ten dien aanzien veel verschil, van het grofste grind af, waarin de korrels verscheidene centimeters in doorsnede hebben, tot aan het fijnste zand toe, waar de doorsnede der korrels slechts $\frac{1}{20}$ tot $\frac{1}{10}$ millimet. bedraagt, niet minder aanmerkelijk zijn de verschillen welke ten aanzien der grootte van de samenstellende lichaampjes der klei- en leemsoorten optreden. Alleen zijn die verschillen slechts door het mikroskoop waarneembaar, omdat de kleilichaampjes zelve meerendeels te klein zijn, om nog met het bloote oog onderscheiden te worden. Als de grenzen, tusschen welke zich hunne grootte beweegt, kan men $\frac{1}{1000}$ tot $\frac{1}{10}$ millimeter stellen. Somtijds is hun doormeter nog grooter, vooral bij micaschilfers, die echter steeds zeer dun zijn, terwijl er bovendien nog in vele kleisoorten gerolde kwarts — d. i. zandkorreltjes — voorkomen, die in grootte de scherpkantige eigenlijke kleikorrels overtreffen.

Er is bovendien nog eene omstandigheid die invloed uitoefent op de mate van doordringbaarheid der klei, namelijk de plantengroei en de daarmede gepaard gaande humusvorming. In maagdelijke klei, met welken naam men de zoodanige bestempelen kan die uit enkel rotsgruis bestaat, waarin nog geen plantengroei heeft plaats gehad, is in het algemeen de onderlinge samenhang der korrels geringer. Daarentegen ontbreken daarin de vermolmde en verveende plantenoverblijfsels die men in klei vindt, waarin planten geworteld zijn geweest. Is nu de verveening nog niet ver genoeg gevorderd, dan wordt de klei door de aanwezigheid van zulke overblijfsels losser en daardoor

doordringbaarder. Doch de plantengroei heeft bovendien nog een ander uitwerksel, dat zijn invloed in tegenovergestelden zin doet gelden. Door het verweringsproces, dat daarmede in de diepte gepaard gaat, worden namelijk de kleilichaampjes zelve meer en meer aangetast en tot nog kleinere lichaampjes gereduceerd, en dit gaat eindelijk zoover dat er slechts moleculen overblijven, zoo klein dat zij alleen bij sterke vergrooting zichtbaar zijn. Deze moleculen door eene meer doorschijnende bindingsmassa verbonden, stellen in vele kleisoorten datgene daar wat men met den algemeenen naam van „moleculaire massa" kan bestempelen. Waar deze moleculaire massa in groote hoeveelheid ontstaan is en de tusschenruimten tusschen de grootere lichaampjes vult, is ook de klei het dichtst en bij gevolg het minst doordringbaar voor water.

Uit een en ander blijkt dat reeds het mikroskopisch onderzoek het middel aan de hand geeft om met tamelijke zekerheid over den graad van doordringbaarheid van eenen kleibodem te kunnen oordeelen.

Alvorens nu verder te gaan, zal het noodig zijn even een blik te werpen op den tegenwoordigen stand onzer kennis aangaande den aard der gronden die den bodem samenstellen van dat gedeelte der Zuiderzee, hetwelk men wenscht droog te leggen. Door de vroegere boringen, ondernomen onder toezicht van den heer STIELTJES, door de latere, gedaan door de heeren LEEMANS en HAVELAAR, alsmede door het onderzoek der gronden uit een landbouw-scheikundig oogpunt door den heer VAN BEMMELEN, is daaromtrent reeds veel kennis verkregen. Op mijn tot Z.Exc. den Minister van Binnenl. zaken gericht verzoek, ontving ook ik van den heer LEEMANS een groot aantal der bij de boringen verkregen monsters tot mikroskopisch onderzoek.

Kort samengevat zijn de verkregen resultaten de volgende:

Over het geheele zuidelijk gedeelte der Zuiderzee (zie bijgevoegde plaat, fig. 1, voorstellende eene schematische doorsnede van dat gedeelte der Zuiderzee) breidt zich eene kleilaag uit, die zoowel de mineralogische als chemische bestanddeelen bevat, welke haar, eenmaal droog gelegd en van zeezout bevrijd zijnde, geschikt voor den landbouw maken.

Het is mij gebleken dat die kleilaag nog wezenlijk uit twee zeer van elkander verschillende lagen bestaat. De bovenste laag, die zelden dikker dan 1 meter, meestal dunner is, bevat de overblijfselen van zee-organismen: foraminiferen, zee-diatomeën en schelpen van *Cardium*-, *Mactra*-, *Tellina*-soorten enz. De haar samenstellende scherpkantige lichaampjes hebben over het algemeen weinig samenhang. Eene moleculaire bindingsmassa ontbreekt meestal. Blijkbaar is deze kleilaag eerst ontstaan na de vorming der Zuiderzee, hoofzakelijk door bezinksel van het slib aangevoerd door den IJssel.

De daaronder gelegen klei is donkerder van kleur en in zoet water nedergezet. Zij bestaat over het algemeen uit kleinere scherpkantige lichaampjes, met veel moleculaire verbindingsmassa en gehumificeerde plantenoverblijfsels. Ook komt nog op een aantal punten tusschen haar en de bovenste kleilaag eene dunne veenlaag voor. Daarin of in de onderliggende klei worden tallooze schaalklepjes van *Cypris fusca* aangetroffen. Ook eenige schelpjes eener *Valvata*-soort werden gevonden. Het is duidelijk dat deze laag den oorspronkelijken bodem vertegenwoordigt uit den tijd toen hetgeen thans de Zuiderzee is uit met veen overdekte bosch- en moerasgronden bestond, te midden waarvan het meer Flevo gelegen was, dat zonder twijfel ook zoet water bevatte. Het eiland Schokland en het lage gedeelte van Urk (zie Fig. 1 bij *s*) vertegenwoordigen nog in onzen tijd dien vroegeren toestand.

Hoe dik deze laag zoetwaterklei is, laat zich uit de verrichte boringen niet afleiden. Meestal namelijk zijn deze niet dieper dan 2,5 of 2,6 meter onder den zeebodem doorgedrongen, zelden tot 3 meters, eens tot 5 meters, waar men het onderliggend zand bereikte. Daar echter dit punt tamelijk ver noordelijk gelegen is, d. i. nabij den rondom Urk zich uitbreidenden zandbodem, zoo is het zeer wel mogelijk en zelfs waarschijnlijk dat meer zuid- en vooral westwaarts de dikte dier kleilaag merkelijk grooter is.

Dat de diluviale zandbodem, van de oost- en zuidzijde der omringende kust afdalende, zich onder het geheel bekken der Zuiderzee voortzet, op de wijze zooals in fig. 1 is voorgesteld, mag wel als zeker worden aangenomen. Doch op welke diepte

zijne oppervlakte gelegen is, kan onmogelijk met eenige waarschijnlijkheid worden gezegd. Die oppervlakte toch is niet die van een eenvoudig hellend vlak, maar, even als die onzer heidevelden, golvend, d. i. hier hooger, ginds lager; en dat die hoogteverschillen ook in het onderzeesch diluvium tamelijk groot kunnen zijn, zelfs op korte afstanden, blijkt uit de putboringen te Amsterdam, waar, op het Bikkerseiland, het diluviale zand reeds op de diepte van 37.7 meters onder A.P. bereikt werd, terwijl men het op de Noordermarkt eerst op de diepte van bijna 57 meters aantrof, zoodat op die beide slechts weinig van elkander verwijderde punten het verschil in hoogte bijna 20 meters bedraagt. Zeer waarschijnlijk is het ook zoo in de Zuiderzee, waar het diluviale gedeelte van Urk zich ruim 9 meters boven het zeevlak verheft, terwijl de omringende zandbodem tot ruim 5 meters daaronder afdaalt, alvorens onder de kleilagen te verdwijnen, zoodat tusschen beiden dus een verschil van hoogte van minstens 14 meters bestaat.

Ook is bij de putboring op de Nieuwmarkt gebleken dat het diluvium aldaar, en zoo ook waarschijnlijk onder de Zuiderzee, eene zeer aanzienlijke machtigheid heeft, daar men op eene diepte van 173 meters zijn onderste grens nog niet bereikt had.

Nu is het echter geenszins waarschijnlijk dat de bovengenoemde laag van zoetwaterklei in de Zuiderzee overal rechtstreeks op het diluviale zand rust. Veeleer moet men aannemen dat, althans in de richting van het Eemdal, d. i. van eene kuststrook, die zich uitstrekt van den mond der Eem tot aan Putten, naar Amsterdam en het aangrenzend gedeelte van Noord-Holland, de tot het Eemstelsel behoorende gronden zich tusschen het diluvium en de zoetwaterklei inschuiven *). Deze gronden, die gedeeltelijk uit klei, gedeeltelijk uit grover en fijner zand bestaan, zijn door de toenmalige rivieren medegevoerd en, zooals de daarin voorkomende overblijfselen van schelpdieren bewijzen, in den wijden zeeboezem afgezet die toen den mond der Eem uitmaakte.

Waar dus de genoemde formatiën nog ongestoord aanwezig

*) Verg. *Verslagen en Mededeelingen*, 2de reeks XX 1874, Dl VIII bl. 282 en Dl IX bl 48.

zijn, zal men, bij genoegzaam diepe boring, de volgende terreinen van boven naar beneden aantreffen.

1°. Jongste zeeklei.

2°. Veen.

3°. Zoetwaterklei.

4°. Ouder alluvium (Eemstelsel), betaande uit zeeklei en rivierzand, met schelpen van zeedieren.

5°. Diluvium, grootendeels bestaande uit zand met gerolde steenen, en hier en daar voorkomende banken van harde, vaste leem, gelijkende op die waaruit het hooge gedeelte van Urk is samengesteld.

Van die terreinen kunnen echter 2 en 4 ontbreken: het veen, omdat het, hoewel eenmaal bestaan hebbende, door de zee is weggespoeld, en het oudere alluvium, omdat, toen de deltavorming begon, de zee niet overal diep genoeg was om daarin het uit den toen zeer wijden Eemmond aangevoerde slib en zand te doen bezinken, of wel dat de diluviale zandbodem om andere redenen, evenals nu nog rondom Urk, onbedekt bleef.

Indien men derhalve zich het terrein van het zuiden naar het noorden in doorsnede voorstelt, gelijk in Fig. 1, dan blijft er tusschen de beide als bekend aan te nemen formatiën, namelijk de jongere alluviale formatie *k z v* en de diluviale formatie *d* een gedeelte (*x x*) over, dat onbekend is. Die onbekende ruimte kan aangevuld zijn: hetzij 1°. doordat de laag van zoetwaterklei eene aanmerkelijker dikte heeft, òf 2°. door de oudere tot het Eemstelsel behoorende gronden, òf eindelijk 3°. doordat de diluviale zandbodem zich zoo hoog verheft dat er de dunne reeds bekende laag van zoetwaterklei onmiddellijk op rust. In het laatste ongunstigste geval zoude de zandbedding, die zich van voorbij Urk af onder den bovengrond door tot aan de kust uitstrekt, slechts door een kleilaag van 2 tot hoogstens 3 meters dikte overdekt zijn.

In de thans aangeboden wet is nu wel is waar aangenomen, dat de afsluitdijk niet over Urk, maar, op een afstand ten zuiden van dit eiland, over den kleibodem zal worden aangelegd (Fig. 1 bij D), en het is duidelijk dat hierdoor het gevaar voor het ontstaan van machtige kwellen zeer verminderd wordt, — maar of nu dit gevaar als opgeheven mag worden beschouwd, zoodat

men, op grond van het reeds bekende aangaande den aard van het terrein, veilig tot uitvoering van het beraamde plan kan overgaan, meen ik voor als nog te moeten betwijfelen.

Ook dan toch wanneer de dijk meer zuidwaarts over den kleigrond wordt aangelegd, blijft het water op den ten noorden daarvan gelegen bloot liggenden zandbodem rondom Urk, die vele duizende hectaren omvat, zijne drukking uitoefenen. Zoodra de tegendrukking door het droogmalen van den achter den dijk gelegen polder vermindert, zal het water daarheen trachten te stroomen, zij het ook met merkelijk mindere snelheid dan wanneer het slechts den korteren weg, onmiddellijk onder den dijk door, had af te leggen, gelijk het geval zoude zijn, wanneer de dijk op het Urker zand rustte. Doch welke die snelheid zal zijn, ook bij den merkelijk grooteren thans aangenomen afstand dien het onder de kleilaag door zal moeten afleggen, — welke kracht het dan nog zal bezitten om zich door eene kleibedekking van zekere dikte eenen weg te banen, — ziedaar vragen welke, naar het mij voorkomt, in de allereerste plaats moeten beantwoord worden, alvorens men, met volle vertrouwen van te slagen, tot uitvoering der beraamde plannen kan overgaan.

Daartoe toch is noodig met zekerheid uit te maken dat de kleilaag eene genoegzame dichtheid en dikte en dientengevolge eene voldoende mate van weerstandbiedend vermogen heeft om overal den aandrang van eene waterkolom van bijna 5 meters hoogte te kunnen verdragen, zonder het water door te laten.

Ook mag men niet vergeten dat voor den aanleg van den afsluitdijk, van de boezemdijken enz., veel klei aan het omgevende terrein moet worden ontnomen, en dat, bij het graven van slooten en kanalen, de dikte der kleilaag op die punten groot genoeg behoort te blijven om het water uit den ondergrond voortdurend tegen te houden. Eindelijk mag men uit de diepte waaruit men de klei bij de boring ophaalt nog geenszins besluiten tot de werkelijke dikte die de kleilaag hebben zal, wanneer de bodem droog gelegd zal zijn. De opgeboorde klei verkeert namelijk in den toestand van modder, en deze neemt een merkelijk grooter volumen in dan aan de daarin bevatte klei werkelijk toekomt. Uit beneden aan te voeren bepalingen zal blijken dat dit volumen door zoogenaamde in-

klinking aanmerkelijk verminderen moet, zoodat eene b. v. 3 meters dikke laag uit enkel modder bestaande later wellicht blijken zal eene weinig meer dan 2 meters dikke kleilaag te leveren.

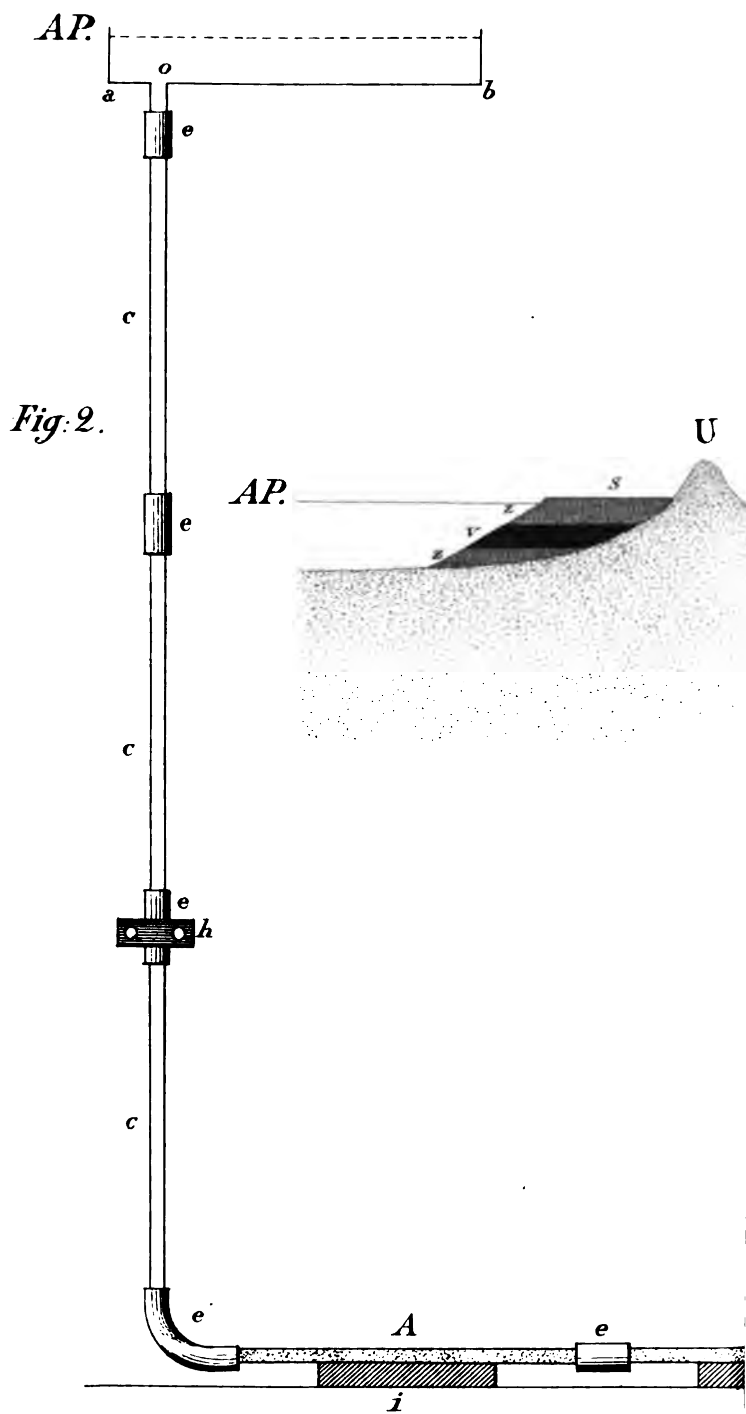
Inderdaad geloof ik dat de tot dusver verworven kennis van het terrein niet voldoende is om het plan, zoo als het in de thans aangeboden wet ontworpen is, als boven alle bedenking verheven te beschouwen. Eensdeels toch ontbreekt nog te veel de kennis van de diepere lagen die onder de tot dusver doorboorde gelegen zijn; anderdeels kan men alleen dan met waarschijnlijkheid oordeelen over de kans van een goeden uitslag der voorgenomen drooglegging, wanneer voorafgaande proefnemingen het bewijs hebben geleverd dat de zandgronden geene zoo groote doordringbaarheid voor het water hebben dat zijne voortbeweging daarin niet te snel is om overal door de overdekkende kleigronden te worden tegengehouden.

Ten einde althans eenigermate in deze leemte onzer kennis te voorzien, heb ik de volgende proeven ondernomen, zoowel ter bepaling van den graad van doordringbaarheid van het diluviale zand dat den ondergrond des Zuiderzeebodems vormt, als van de klei, welke de bovenlaag uitmaakt.

Ik wensch die proeven echter slechts als eene eerste poging beschouwd te zien om tot oplossing van het vraagstuk te geraken. Zij behooren met een beteren toestel herhaald te worden dan de geïmproviseerde inrichting, waarvan ik mij bediend heb en die mij gebleken is in geenen deele aan de eischen van juistheid en nauwkeurigheid te beantwoorden die noodig zijn om op de verkregen uitkomsten betrouwbare berekeningen te gronden, al is die inrichting dan ook volkomen voldoende om bij benadering de mate van snelheid, waarmede zich het water in zandlagen onder zekere hydrostatische drukking voortbeweegt, te doen kennen

Deze toestel bestond (zie fig. 2) uit een aantal glazen buizen, met elkander verbonden door caoutchouc-buizen (*e*). De lengte der gebruikte buizen verschilde van $1^{m.},53$ tot $1^{m.},56$, haar inwendige doormeter van 18 tot 21 millimeter.

Drie dezer buizen (*c c c*) werden onderling tot eene vertikale kolom verbonden, die aan zijn boveneinde in verband was


AP.
o
a
b
e
c
Fig: 2.
e
c
e
h
c
e
A
e
i
U
AP.
s
z
v
z

gebracht met de openingsbuis *o* van een blikken bak *a b*, die een middellijn van 70 centimeter heeft, d. i. ongeveer 35 maal die der buizen. De verhouding der quadraatdoorsneden is derhalve als 1 : 2225, en bij gevolg blijft het water, gedurende het afvloeien door den buizentoestel op een nagenoeg constant niveau A.P., terwijl het verdampte water van tijd werd aangevuld. De opening *o* kan met een caoutchoucprop gesloten worden. Bovendien is een schroefklem *h* aangebracht, waardoor de caoutchoucbuis tusschen de beide onderste glazen buizen naar verkiezing kan worden gesloten en geopend. De geheele hoogte der waterkolom, gerekend van het niveau A.P. in den bak tot aan het nulpunt der schaal aan de stijgbuis *d* bedroeg 4^m,79 à 4^m,80; zij was derhalve ongeveer gelijk aan de diepte der Zuiderzee boven den noordelijken rand der kleigronden.

De onderste dezer aanvoerbuizen werd desgelijks door een caoutchoucbuis verbonden met de voorste der horizontaal gelegen, met zand gevulde buizen A B, C, D, E, F, G. Deze caoutchoucbuis, die langer moest zijn dan de overige, werd van een gipsverband voorzien, omdat de ondervinding mij al spoedig leerde dat zij zonder dit geen weerstand kon bieden aan de drukking der waterkolom. Elke zandbuis werd gesteund door een houten blok *i*, hetgeen noodig was, om met gemak de verbindingen daar te stellen en, indien er hier of daar op de grenzen van twee buizen een lek ontstond, dit dadelijk te bespeuren en door steviger omwikkeling van de caoutchoucbuis met touw of, zoo noodig, door aanlegging van een gipsverband, dit te stelpen.

Daar ik geene voldoende hoeveelheid diluviaalzand uit den ondergrond der Zuiderzee zelve kon verkrijgen, gebruikte ik zand dat uit eene zandgraverij bij Barneveld afkomstig was *).
Dit zand is fijn en bevat geen grootere korrels dan van

*) Dit zand was niet het bedoelde. Ik had den stationschef van den Oosterspoorweg laten verzoeken voor mij zand te laten medebrengen, daarmede bedoelende: zand ergens uit het diluviale Gooiland, b. v. uit eene zandgraverij bij Hilversum. Eerst later, toen de proeven reeds ver gevorderd waren, vernam ik dat het gebruikte zand uit eene zandgraverij bij Barneveld verkregen was. Het is derhalve geen ongeremanieerd diluviaal zand, gelijk aan dat van den ondergrond der Zuiderzee.

0,47 millim. in doorsnede, terwijl die der kleinste niet meer dan 0,06 millim. bedraagt. De gemiddelde doormeter, uit een twintigtal metingen afgeleid, bedraagt 0,167 mill. d. i. ongeveer $\frac{1}{6}$ millim. Op een vierkanten centimeter gaan derhalve 3600 dezer korrels, wanneer deze dicht aaneen gesloten liggen, en in een kubiek centimeter zijn er 216000 bevat. Op de doorsnede van een glazen buis, die 2 centim. middellijn heeft, gaan derhalve 11304 zulke korrels. Dit geeft eenig denkbeeld van de talrijkheid en de kleinheid der kanaaltjes die tusschen de zandkorrels open blijven en waardoor het water zijn weg moet vinden.

Bij de vulling der buizen met dit zand moest vooral gezorgd worden dat er geene met lucht of water gevulde ruimten overbleven. Daar nu droog zand altijd veel lucht bevat, die later bezwaarlijk weder kan verwijderd worden, zoo moest de vulling met vooraf nat gemaakt zand geschieden en de buis ook vooraf gedeeltelijk met water worden gevuld. Daartoe werd in het eene einde der buis een met water doortrokken stukje spons gestoken, zoodat dit er vast in sloot maar het water gemakkelijk doorliet. Daarop werd om hetzelfde einde der glazen buis een stuk caoutchoucbuis van 10 of 12 centim. lengte gebonden en het open einde daarvan met een glazen stop gesloten. Nu werd de buis met water gevuld en rechtop in een bak geplaatst, bestemd om het overvloeiende water op te vangen. Het natte zand werd dan bij kleine gedeelten in het open einde gebracht en bezonk natuurlijk dadelijk. Dit inbrengen van het zand moest zeer langzaam geschieden, wilde men het ontstaan van opene, alleen met water gevulde holten tusschen de zanddeelen vermijden. Ontstonden deze desniettegenstaande, dan poogde men deze te verwijderen door de buis in schuinsche, horizontale richting heen en weder te bewegen. Het inbrengen van een metaaldraad, om daarlangs het water uit de kleine holten te doen opstijgen, kon hier niet worden aangewend, omdat daardoor, vooral wanneer het inbrengen en op en neder bewegen van zulk een draad meermalen moest herhaald worden, groot gevaar ontstaat dat de glazen buis eindigt met te bersten. Alleen geduld kon de swarigheid overwinnen. Ook vorderde de vulling van elke der glazen buizen met zand één tot

anderhalf uur tijds. De buis gevuld zijnde werd dan in loodrechte richting gedurende eenige dagen aan zich zelf overgelaten, ten einde de bezinking volkomen te maken, en daarop met een dergelijk vooraf goed nat gemaakt stukje spons gesloten, als aan het andere einde was aangebracht. De zandkolom bevond zich dan besloten tusschen twee sponsjes, die beide een klein eind weegs buiten de buis uitstaken. Het stuk caoutchoucbuis met de stop werd eindelijk verwijderd, en de met zand gevulde buis was nu gereed om aan eene voorafgaande te worden aangevoegd. Ook daarbij was het noodig de aaneensluiting zoo volkomen mogelijk te maken en vooral de lucht buiten te sluiten. Daarom werd eerst een stuk caoutchoucbuis stevig gebonden rondom het uiteinde van de zich reeds op hare plaats bevindende glazen buis. Deze caoutchoucbuis werd dan met haar open einde bovenwaarts omgebogen en met water gevuld. Nu werd de aantevoegen buis daarin gestoken totdat de naar buiten uitspuilende sponsjes van beide buizen tegen elkander drukten en zoo een gesloten geheel was ontstaan.

Men ziet, het in elkander zetten van den gebruikten toestel vorderde vrij wat tijd en zorg. Desniettegenstaande zijn er, gelijk men zien zal, in de uitkomsten onregelmatigheden overgebleven, die blijkbaar aan de gebrekkige inrichting van den toestel moeten worden toegeschreven. Mocht men er toe overgaan eenen toestel te laten vervaardigen, die bepaaldelijk voor het doen van dergelijke proeven bestemd is, dan zouden metalen buizen van grootere wijdte, b.v. 6 tot 8 centimeters, voorzeker de voorkeur verdienen. De binnenvlakte dezer buizen zoude met eene dunne zandlaag kunnen worden bekleed, door haar eerst te bestrijken met eene metaalverw en daarover in den nog ongedroogden toestand fijn zand te schudden. De sponsjes zouden dan kunnen vervangen worden door roostertjes van fijn metaalgaas, en de aaneensluiting zoude kunnen geschieden door de uiteinden der buizen van uitpuilende randen met platte oppervlakten, die bedekt worden met caoutchoucringen, te voorzien en die uitspuilende randen door klemschroeven tegen elkander aan te drukken.

Ook dan zoude echter de aaneenvoeging der buizen onder water behooren te geschieden, ten einde de lucht buiten te sluiten. Een houten bak van genoegzame lengte om de reeks van

buizen, gedragen door een daarvoor geschikt onderstel, te bevatten, zoude daaraan voldoen. Heeft de aaneensluiting plaats gehad, dan kan het water weder verwijderd worden, om gelegenheid te geven de lekken te zien, die misschien hier of daar ontstaan *).

Zulk eene inrichting zoude voorzeker niet alleen gemakkelijker in elkander te zetten zijn, maar bovendien zekerder en nauwkeuriger resultaten geven dan de geimproviseerde toestel waarvan ik mij bediend heb, waaromtrent mij nog alleen overblijft te zeggen, dat de aan het einde der reeks van met zand gevulde buizen aangebrachte, nog uit twee boven elkander geplaatste buizen (*d d*) bestaande stijgbuis vastgebonden was aan een op een stevig voetstuk rustenden standaard, waaraan een in centimeters verdeelde schaal was gehecht. Dit gedeelte van den toestel is niet in de figuur afgebeeld.

Bij het doen der proef werd telkens gewacht totdat het opstijgende water het nulpunt der schaal had bereikt, waar, gelijk gezegd is, de hoogte der drukkende waterkolom 4,8 meter bedroeg. Van daar af verminderde de drukking natuurlijk met de toenemende hoogte van het opstijgende water. De snelheid der opstijging nam dan ook allengs af, gelijk in de volgende tafel duidelijk te zien is. Ik moet echter daaromtrent nog doen opmerken dat, de bovenste van de beiden stijgbuizen nauwer (18 millim. in doorsnede) dan de onderste (20 millim.) zijnde, er op het punt waar de buizen met elkander verbonden zijn, d. i. op 134 centimeters boven het nulpunt der schaal, steeds een schijnbare versnelling waarneembaar was, die echter alleen het gevolg is van de omstandigheid dat hetzelfde volumen water in de nauwere buis eene grootere hoogte moest aannemen.

Bij het doen der waarnemingen werd aanvankelijk elk kwartier, vervolgens om het halfuur, de hoogte der waterkolom afgelezen. Alleen na de aanvoeging der zevende zandbuis, toen de geheele lengte der zandkolom 10,605 meters bedroeg en de opstijging merkelijk langzamer plaats had, werden langere tijdsruimten voldoende geacht.

De aldus verkregen uitkomsten zijn bevat in de volgende tafel.

---

*) Het zoude ook niet moeilijk zijn eenen dergelijken toestel zelfregistreerend te maken, hetgeen de waarnemingen zeer zoude vereenvoudigen, terwijl dan bovendien de toestel des nachts niet zoude behoeven te worden gesloten.

LENGTE DER ZANDKOLOM

IN METERS.

Tijd in minuten.	A. 1,52	B. 3,03	C. 4,55	D. 6,08	E. 7,59 5	F. 9,09 5	G. 10,605
	HOOGTE DER WATERKOLOM IN DE STIJGBUIS IN CENTIMETERS.						
15	9	7	5	4	3,5	2,25	2
30	18,5	12,5	10	8	6,5	4,5	4
45	28	18,5	15	11,75	9,5	6,5	6
60	38	23	20	15	12,5	8,5	7,75
90	56	34	30	22,5	18,25	13	12
120	72	45	40	29,5	24	17	15,75
150	88	55	48	37	30	21,5	19
180	104	65	55,5	44	36	26	
210	118	76	67	51	42	30	27,5
240	130	85,5	75,5	58	47,5	34	
270	139	94,5	84	65	53,5	38,25	35
300	144	103,5	92	72	59	41,5	
330	159	111	98,5	78	65	47	42,5
360	169	119	105,5	84,5	70,5	51	
390	175,5	125	111	90,5	75,5	55,5	
420		131,5	119,5	96,5	80,5	59,5	
450		147,5	125	101,5	85,5	63	59
480		154	131	107	90,5	67	
510		164	137	112	94,5	71,25	66,5
540		173	144	117	100	75,5	
570		181	152	122	105	79	74
600		189	157	127	109,5	83	
630		197	166,5	131		86,75	80
660		204	173,5			90,5	
690		211,5	180			94	86
720		218	187			97	
750		224	193			100,5	92,5
780		231	199,5			103,75	
810		238	205,5			106,75	98,25
840		244	211			109,75	
870		249	216,5			112,5	104,5
900		255	221				107,25
910			226				
940			231				

Behalve deze na regelmatige tijden terugkeerende waarnemingen werd ook aanteekening gehouden van het oogenblik waarop het water in de stijgbuis juist 1 meter hoogte had bereikt. Men vindt deze aanteekeningen in het volgende tafeltje, waarin ook behalve de lengte der zandkolom haar dikte in de verschillende elkander opvolgende buizen is aangegeven.

	Zandkolom. Lengte.		Gemiddelde dikte in elke buis.		Water in de stijgbuis op 1 meter na verloop van	
A	1,52	meter.	19	milimeter.	172	minuten.
B	3,03	"	17,5	"	288	"
C	4,55	"	21	"	337	"
D	6,08	"	20,5	"	431	"
E	7,595	"	20,5	"	540	"
F	9,095	"	18,5	"	745	"
G	10,605	"	18,4	"	822	"

Wanneer men de cijfers in de laatste kolom, welke in omgekeerde verhouding de snelheden aanduiden, die het doorstroomende water, aan het einde van elke buis, bezat, vergelijkt, dan is reeds een oppervlakkige blik voldoende om te zien, dat, in weerwil dat de afzonderlijke zandkolommen slechts weinig onderling in lengte verschillen, er toch geen zeer regelmatige opklimming daarin waarneembaar is. Een der oorzaken daarvan is zonder twijfel gelegen in de omstandigheid dat de gebruikte buizen niet alle gelijk van wijdte waren. Eene onderlinge vergelijking vordert derhalve eene reductie der verschillende buizen tot de wijdte en lengte der eerste buis A.

Mijn vriend en ambtgenoot, ons medelid Professor GRINWIS, had de goedheid zich op mijn verzoek met die correctie te belasten, en zoo is het volgende tafeltje ontstaan.

	1 $2r$	2 l	3 δl	4 t	5 v	6 (v)	7 δv
A	19	152	152	172	100	100	—
B	17,5	303	151	288	59,7	65,1	34,9
C	21	455	152	337	50,0	49,5	15,6
D	20,5	608	153	431	39,9	38,3	11,2
E	20,5	759,5	151,5	540	31,8	29,8	8,4
F	18,5	909,5	150	745	23,0	22,0	7,8
G	18,4	1060,5	151	822	20,9	19,8	2,2

Daarin beteekenen :

A, B, C enz. de achtereenvolgens samengevoegde, in de glazen buizen bevatte zandkolommen;

$2r$ de middellijn der buizen in millimeters;

l lengte der zandkolom in centimeters;

δl lengten der achtereenvolgende zandkolommen;

t tijd in minuten;

v snelheid aan het einde der buis, die voor buis A 100 genomen;

(v) gereduceerde snelheid voor gelijke middellijn en gelijke lengte, buis A als eenheid genomen;

$\delta(v)$ verschil der snelheden van de eene buis tot de volgende.

Ook na deze correctie blijft echter nog eene groote onregelmatigheid bestaan, gelijk bij beschouwing der laatste kolom (7) blijkt.

Welke de oorzaken daarvan zijn, is moeilijk te beslissen. Trouwens met een op de beschreven wijze in elkander gezetten toestel is geen zeer groote nauwkeurigheid der verrichte bepalingen te verwachten. Reeds de caoutchouc-verbanden, die door den aandrang van den waterstroom worden uitgezet en later weder samenkrimpen, zijn bronnen van onnauwkeurigheid. Bovendien is het zeer wel mogelijk dat, in weerwil van alle aangewende zorg, het zand in de verschillende buizen niet even gelijkmatig is samengepakt geweest, al kon men daarvan ook bij den aanvang der proef niets bespeuren. Het doorstroomend water kan bovendien de betrekkelijke ligging der zandkorreltjes eenigszins wijzigen. Ik vermoed dit laatste des te eer, omdat, toen de proef geeindigd en de toestel afgebroken was, ik in de beide eerste buizen, waardoor het water gedurende ruim drie weken dagelijks gestroomd had, kleine met water gevulde ruimten hier en daar tusschen het zand ontdekte, die, bij het begin der proef daarin niet aanwezig waren.

Ik vermeld dit hier opzettelijk, opdat, wanneer later met een verbeterden toestel dergelijke proeven mochten herhaald worden, men hierop bedacht zij en zich niet vergenoege met de buizen met nat zand te vullen en dan eenige dagen te laten staan, maar door elke zandbuis in opgerichte stelling een tijdlang water late stroomen om aan de zandkorrels gelegenheid te geven door

beweging de kleinste ruimte in te nemen, alvorens de snelheid der doorstrooming te meten.

Doch al mogen de verkregen uitkomsten dan ook geenszins op groote nauwkeurigheid aanspraak maken, zoo zijn zij toch voldoende om bij benadering eenige voorstelling te geven van de mate der snelheid waarmede zich het water, gedreven door hydrostatische drukking, door eene zandbedding verplaatst. Zelfs zoude men daaruit met eenige waarschijnlijkheid kunnen afleiden welken graad van snelheid het water nog zal behouden op eenen veel grooteren afstand van de plaats waar de drukking van het water haren drijvenden invloed uitoefent.

Uit het tafeltje blijkt dat toen de zandkolom ongeveer 7 maal langer dan bij de eerste proef was, de snelheid van den waterstroom ongeveer tot ⅕ verminderd was. Onderstellen wij nu dat die vermindering voor grootere afstanden gelijken tred houdt, dan zal, wanneer de zandkolom of, hetgeen het zelfde is, eene door eene ondoordringbare laag overdekte zandbedding, eene lengte heeft van $7 \times 10,6 = 74,2$ meters, het water dat onder genoemde drukking in den zandbodem dringt, aan het einde nog eene snelheid hebben die het binnen eene besloten ruimte in 5×822 minuten $= 68,5$ uren of 2 dagen en 20 uren, tot 1 meter hoogte zal doen opstijgen. Op een afstand van 519 meters zullen daartoe 343 uren of iets meer dan 15 dagen gevorderd worden, enz.

Natuurlijk geef ik deze cijfers geenszins als betrouwbaar en als dadelijk van toepassing op den bodem der Zuiderzee. De werkelijke snelheid, waarmede zich het water in de diluviale zandlaag vermag te verplaatsen, kan bij nauwkeurig onderzoek blijken geringer maar wellicht ook grooter te zijn. Die snelheid hangt namelijk zeer van den aard van het zand af, dat ook in het diluvium dan eens fijner en dan eens grover is, terwijl ook de grootere en kleinere erratische blokken die, evenals rondom Urk, ook wel elders in het zand verstrooid zullen liggen, daarop invloed moeten uitoefenen.

In elk geval zal het aangevoerde voldoende zijn, om te doen zien dat de vermoedelijke snelheid, waarmede zich het water in den zandbodem verplaatst en daarboven tracht op te stijgen, te groot is om veronachtzaamd te worden.

Doch volgens het thans beraamde plan zoude het uit het zand opstijgende water overal tegen de kleilaag stuiten. Is deze in staat het water tegen te houden? Alleen onderzoek kan ook hierop wederom een antwoord geven.

Gelukkig had ik van den heer LEEMANS een genoegzaam aantal monsters klei uit de Zuiderzee ontvangen om door eenige daarvan te vereenigen, in dergelijke glazen buizen, als voor de zandproeven gebruikt zijn, klei-kolommen te brengen. Deze konden bovendien, uit hoofde van de veel geringere doordringbaarheid van klei in het algemeen, korter of, in dit geval, minder hoog zijn. Daar het namelijk niet te doen was om de snelheid te bepalen waarmede het water in horizontale richting door klei stroomt, maar alleen om na te gaan welken weerstand de klei aan opstijgend of daarop drukkend water in vertikale richting biedt, zoo werd de klei bevattende buis in vertikale richting met den toestel verbonden en diende het ledig gebleven bovenste gedeelte der buis tevens als maatbuis. Overigens werd ook hier de buis van onderen met een sponsprop afgesloten. Het inbrengen der klei geschiedde op dezelfde wijze als van het zand gezegd is (bl. 311). Eerst nadat de buis met de natte klei daarin eenige dagen gestaan had, werd zij in gebruik genomen. Het bleek echter dat ook dan de klei nog geenszins, d. i. door enkel bezinking, in den staat van grootste dichtheid was gekomen, maar dat eene gedurende verscheidene dagen voortgezette doorstrooming noodig was, om haar dien te doen bereiken.

Aanvankelijk meende ik dat de onderste afsluiting door een sponsprop voldoende zoude zijn. Maar het bleek mij al spoedig dat, zelfs nadat het water eerst eene zandkolom van ruim 9 meters lengte had doorstroomd, dit niet door de kleikolom, zelfs al had deze slechts eene hoogte van 15,5 centim., heenging, maar deze eenvoudig als ware zij een zuiger naar omhoog perste. Een sponsprop stevig in de buis tot op de bovenvlakte der kleikolom gewrongen baatte niet. Zij werd mede opgedreven. Eerst toen een sterk ijzerdraad, dat van onder met een daaraan omgebogen lis op de spons drukte en van boven tegen een bevestigd houten blok stuitte, was aangebracht, bleef de kleikolom op haren plaats.

Achtereenvolgens werden drie kleikolommen van onderscheiden

lengte beproefd Zij werden samengesteld uit verschillende monsters der ontvangen klei, en de uitkomsten zijn derhalve niet geheel vergelijkbaar.

De eerste der kleikolommen was niet meer dan 15,5 centim. hoog en 20 millim. breed. De buis, waarin zij bevat was, werd door een caoutchouc- en gipsverband verbonden met de onderste der aanvoerbuizen *c*, zoodat de ondervlakte der klei aan de volle drukking der 5 meters hooge waterkolom was blootgesteld. Verminderd met de hoogte der kleikolom en van het daarboven staand water, bedroeg deze ongeveer 4,8 meters.

Het water steeg boven de kleikolom in den tijd van 7 uren tot 46 millim. d. i. 6,6 millim. per uur.

Gelijk uit de tafel op bl. 314 blijkt, steeg het water, dat door de eerste zandkolom (A) was gegaan, in het eerste uur 38 centim., in het tweede 34 centim., in het derde 32 centim., enz. Alleen het eerste cijfer, toen de op het zand drukkende waterkolom nagenoeg gelijke hoogte had als die welke het water door de klei dreef, is vergelijkbaar. De snelheid van doorstrooming door de genoemde kleikolom staat derhalve tot die door de nagenoeg 10 maal langere zandkolom als 1 : 58.

Dezelfde kleikolom achter de zandbuis F gevoegd gaf eene stijging van 66 millim. in 19 uren, d. i. 3,4 millim. per uur. De waterstroom, die hier eerst door een zandkolom van 9,09 meters lengte gegaan was en daarbij (zie het tafeltje op bl. 315) 87 proc. der snelheid, die hij aan het einde der eerste buis bezat, verloren had, had nog kracht genoeg om het water door de klei met eene slechts tot op de helft verminderde snelheid op te drijven.

Eene 2de kleikolom, verkregen door vermenging van eenige andere stalen, had eene hoogte van 46 centim. en eenen doormeter van 2,1 centim. Na reeds gedurende verscheidene dagen bezonken te zijn onder de drukking eener waterkolom van geringe hoogte, werd de buis, die haar bevatte, met de onderste aanvoerbuis van den toestel verbonden, zoodat de ondervlakte der klei aan de drukking van eene waterkolom van 5 meters was blootgesteld. Vermindert men deze hoogte met die van de kleikolom en van het daarboven opgestegen water, dan blijft eene werkelijke drukking van ongeveer 4,5 meter over.

Deze proef, die gedurende een genoegzaam langen tijd is voortgezet, is inzonderheid geschikt om te doen zien hoe de klei, onder den invloed van doorstroomend water, niet dan zeer langzaam haar maximum van dichtheid bereikt, gelijk uit het volgende tafeltje blijkt:

		Stijging van het water.	
1ste	24 uren.	80	millim.
2de	〃 〃	58	〃
3de	〃 〃	30	〃
4de	〃 〃	27	〃
5de	〃 〃	24	〃
6de	〃 〃	21	〃
7de	〃 〃	19	〃
8ste	〃 〃	17,5	〃
9de	〃 〃	17	〃
10de	〃 〃	16,5	〃
11de	〃 〃	16,5	〃
12de	〃 〃	16,5	〃
13de	〃 〃	16,5	〃
14de	〃 〃	16,5	〃

Eerst op den 10den dag, na in den toestel geplaatst te zijn, was hier het minimum van het in een etmaal door de klei doorzijgend water bereikt, en dat minimum bleef van dien tijd af onveranderd. Daar men het er nu voor houden mag, dat de klei van de Zuiderzee, — althans wat haar onderste gedeelte betreft, dat nooit door den golfslag omgewoeld wordt, — blijvend in dien toestand van grootste dichtheid verkeert, zoo zal men, bij later te nemen proeven, er altijd op bedacht moeten zijn om eerst dan de hoeveelheid van het doorzijgend water als de werkelijke maat van de doordringbaarheid der onderzochte klei te beschouwen, wanneer die hoeveelheid in een bepaald tijdsbestek eene constante geworden is.

Eindelijk werd ook nog eene proef genomen met eene 3de kleikolom van merkelijk grootere hoogte, namelijk 1m,07, en 20 millim. in doorsnede Ook tot samenstelling van deze kolom waren een aantal der ontvangen monsters bijeengevoegd. Na eerst gedurende drie dagen gerust te hebben, om de bezinking volkomen te doen plaats grijpen, werd aan de buis, waarin de

klei bevat was, eene tweede, even wijde glazen buis door een caoutchouc-verband bevestigd, en daarin water gegoten tot op 1m,855 boven de bovenste kleioppervlakte. Het niveau der waterkolom werd dagelijks hersteld door er water bij te gieten tot aan een vast merk, zoodat de drukking derhalve ongeveer gelijk bleef. De daling der waterkolom bedroeg gedurende de

1ste	24 uren.	143	millim.
2de	〃 〃	124	〃
3de	〃 〃	105	〃
4de	〃 〃	93	〃
5de	〃 〃	74	〃
6de	〃 〃	72	〃

Nu werd de buis, op gelijke wijs als de beide vorige, aan den toestel verbonden, zoodat van nu af het water in tegengestelde richting, d. i. van onderen naar boven, door de klei heenging. Aan de ondervlakte der kleikolom bedroeg de drukking wederom 5m water. Hiervan de hoogte der kolom en die van het daarop staande water afgetrokken zijnde, blijft eene werkelijke drukking van omstreeks 3,8 meters water over, derhalve ruim het dubbele der hoogte van de eerste waterkolom. Ook kan het niet verwonderen dat, in stede van voort te gaan met te verminderen, de hoeveelheid van het doorgetogen water aanvankelijk iets toenam, gelijk uit de volgende aanteekeningen blijkt:

7de	24 uren.	75	millim.	16de	24 uren.	37	millim.
8ste	〃 〃	64	〃	17de	〃 〃	35	〃
9de	〃 〃	58	〃	18de	〃 〃	32	〃
10de	〃 〃	55	〃	19de	〃 〃	30	〃
11de	〃 〃	54,5	〃	20ste	〃 〃	27	〃
12de	〃 〃	50,5	〃	21ste	〃 〃	26	〃
13de	〃 〃	47	〃	22ste	〃 〃	25	〃
14de	〃 〃	43	〃	23ste	〃 〃	25	〃
15de	〃 〃	40	〃				

In dat geval werd derhalve het maximum van dichtheid der klei eerst bereikt, nadat de doorstrooming van water drie weken geduurd had.

Vergelijkt men deze uitkomsten met die, welke verkregen zijn met de 2de kleikolom, waarvan de hoogte tot die der 3de staat

als 1: 2,33 *), dan schijnt er een niet onbelangrijk verschil te bestaan in den graad van doordringbaarheid der klei, welke afkomstig is van onderscheidene punten des Zuiderzee-bodems.

Hoe onvolledig en gebrekkig nu deze onderzoekingen nog zijn, zoo leiden de gevonden resultaten er toch niet toe om met zekerheid aan te nemen dat de kleilaag, tenzij deze een merkelijk grootere dikte heeft dan de tot dusver door de boringen gevondene, in staat zal zijn aan de drukking van het daartegen van onderen aandringende water voldoenden weerstand te bieden.

Uit de memorie van toelichting bij het ingediende wetsontwerp blijkt, dat men zich voorstelt den achter den afsluitdijk gelegen polder in 8 jaren d. i. 2924 dagen droog te maken. Neemt men nu voor de gemiddelde diepte van dit gedeelte der Zuiderzee 4,5 meters aan, dan wordt dagelijks (regen en verdamping buiten rekening gelaten) het niveau van het water met slechts 1,5 millim. verlaagd. Reeds het doordringen van eene betrekkelijk uiterst geringe hoeveelheid water door de klei zoude derhalve voldoende zijn om de droogmaking zeer te vertragen, zoo niet onmogelijk te maken.

Nu spreekt het wel is waar van zelf, dat de ondervlakte der klei nergens, gelijk in den toestel het geval was, aan de rechtstreeksche drukking van een kolom van 5 meters water zal zijn blootgesteld, daar het water altijd eerst eenen zekeren weg door het zand moet hebben afgelegd en bijgevolg zijne snelheid in verhouding tot de lengte van den weg zal verminderd zijn, maar in welke mate? Ziedaar iets wat onbekend is en nader onderzoek vordert.

Bovendien is er nog eene andere omstandigheid, die hierbij moet worden in het oog gehouden. De kleilaag is geen vast lichaam, maar zij verkeert in den toestand van modder, zij is

*) Het zoude echter kunnen zijn dat dit verschil in hoogte der beide kleikolommen hier geen invloed uitoefent en derhalve bij de vergelijking niet in aanmerking mag komen. Bij het onderzoek van verschillende in den bodem van Amsterdam bevatte kleisoorten (zie mijne aangehaalde Verhandeling bl 26, 56, 75, 83) is mij namelijk gebleken dat er in het weerstand biedend vermogen van kleilagen bij toenemende dikte aan het doordringen van water, eene grens bestaat, wier overschrijding met geene verdere vermindering der doordringbaarheid gepaard gaat. Bij herhaling der proeven zal men hierop bedacht moeten zijn.

derhalve bewegelijk. Boven (bl. 318) deelde ik mede hoe de tot onderzoek gebruikte kleikolom in de glazen buis naar boven werd gedreven door het aandringende water. In eene glazen buis nu kan zulks geschieden, zonder dat de samenhang van den kleimodder verbroken wordt. Maar anders zal dit zijn in de Zuiderzee, waar de modder niet binnen vaste wanden besloten is. Het van onderen daartegen aandringende water zal zich een weg zoeken te banen door de half vloeibare massa, totdat het eindelijk er boven uitkomt en als het ware een modder-vulkaantje doet ontstaan, uit welks opening zich het slijkerige water over de bovenvlakte der kleilaag verbreidt. Natuurlijk zal men daarvan in het begin der droogmaking weinig of geen last hebben, omdat dan het water in den polder nog de drukking van het buitenwater neutraliseert. Maar wanneer de droogmaking haar einde nadert, dan zouden die modder-vulkaantjes misschien de drooglegging zeer kunnen vertragen. Alleen dan zoude men zich daartegen volkomen beveiligd mogen achten, wanneer het bleek dat de kleilaag zelve zoo dik is dat zij door hare zwaarte evenwicht kan maken met het buitenwater, ook dan wanneer het binnenwater nagenoeg verwijderd is.

Het is niet moeilijk om door berekening te vinden hoe dik de kleilaag in den toestand van modder zoude moeten zijn om aan den aandrang van het water genoegzamen weerstand te bieden opdat althans de doorgang langs genoemden weg onmogelijk wordt. Men behoeft daartoe slechts het specifiek gewicht van den modder te kennen. Met dit doel vermengde ik Zuiderzee-klei met zooveel water als noodig was om een dikken modder te doen ontstaan, waarboven zich na eenige dagen rust geen water meer afscheidde. Ik bevond nu dat het specifiek gewicht van dien modder bedroeg 1,56. Tot het in evenwicht houden van een waterkolom van 5 meters hoogte is derhalve eene kleilaag van 3,2 meter dikte voldoende. Daar echter de drukking zich ook in den bodem voortzet tot op de diepte waar de ondervlakte der kleilaag op het zand ligt, zoo zal de dikte der kleilaag nog minstens 2 meters meer moeten bedragen. Elke geringere dikte dan 5,5 meters komt mij min of meer bedenkelijk voor, althans in de nabijheid van die punten, waar het buiten- of boezemwater gemakkelijk in den grond kan dringen.

Ofschoon ik nu aan de in het bovenstaande medegedeelde metingen en daaruit afgeleide gevolgtrekkingen geene hoogere waarde wensch toegekend te zien dan daaraan, uit hoofde der gebrekkige waarnemingsmethode, toekomt, zoo geloof ik toch dat zij voldoende zijn om tot voorzichtigheid te manen en de overtuiging te vestigen dat onze kennis van den Zuiderzeebodem nog niet genoeg gevorderd is om, zonder gevaar voor geheele mislukking, tot het werk der droogmaking over te gaan.

Die kennis kan alleen vollediger worden door het doen van diepere boringen tot diepten van b. v. 8 à 10 meters, of meer waar het noodig mocht blijken, onder den zeebodem. Ook zal het getal dier boringen, vooral in de richting van den afsluitdijk niet te gering mogen zijn, daar het diluviale zand op betrekkelijk nabijgelegen punten zich op merkelijk verschillende diepten kan bevinden.

De opgeboorde gronden, zoowel zand als klei, zullen dan moeten onderworpen worden aan proeven met een goed ingerichten toestel om hunne mate van doordringbaarheid te bepalen. Mogelijk zouden reeds daartoe strekkende bepalingen tijdens de boringen zelve gedaan kunnen dienen. Is de boorbuis namelijk in het zand gedrongen en wordt zij geheel ledig gepomt, dan heeft men slechts den tijd te bepalen die noodig is om er het water tot op zekere hoogte weder in te doen opklimmen. Het schijnt mij toe dat dergelijke bepalingen met zorg verricht reeds tot eenige vergelijkbare resultaten omtrent dit voor het welslagen der droogmaking zeer gewichtig punt zouden leiden.

Natuurlijk zullen deze vernieuwde onderzoekingen tijd en geld kosten; maar bij een werk van zoo grooten omvang als dit, dat een reeks van jaren tot zijne voltooiing vordert, zoude men voorzeker hoogst onvoorzichtig handelen door zich te zeer te overhaasten en zich daardoor aan allerlei zoogenaamde tegenvallen bloot te stellen, die men misschien had kunnen voorkomen, wanneer men zich den tijd tot een zooveel mogelijk volledig onderzoek had gegund. En wat het geld aanbelangt, wat beteekenen eenige duizende voor dit onderzoek noodige guldens, vergeleken met de som van 123 millioen, waarop de kosten van het geheele werk geraamd zijn!

OBSERVATIONS

SUR LE

SCLÉRENCHYME.

PAR

M. TREUB.

Dans les plantes dites „vasculaires", l'ensemble des cellules dérivant du méristème primitif se différencie en plusieurs espèces de tissus, classés par M. SACHS en trois „systèmes". Cette classification en trois „systèmes de tissus", comme la plus naturelle tend à devenir de plus en plus généralement admise.

L'épiderme, dans le sens le plus étendu, forme avec les productions épidermiques le tissu tégumentaire; le second système embrasse les différentes formes de faisceaux conducteurs *); enfin toutes les cellules qui n'appartiennent ni aux faisceaux conducteurs, ni au tissu tégumentaire, constituent ensemble ce que M. SACHS a nommé le „tissu fondamental".

De ces trois systèmes de tissus, celui des faisceaux conducteurs est le mieux connu, grâce à bon nombre de recherches exactes et détaillées; pour la connaissance du tissu fondamental au contraire on n'a que beaucoup de données spéciales, mais les travaux d'ensemble font défaut. Ce manque de travaux d'ensemble se fait sentir aussitôt qu'on aborde la moindre

*) Comme dans un autre travail récent je continue à suivre M RUSSOW en remplaçant la dénomination de „faisceau fibro-vasculaire", par celle de „faisceau conducteur". Ce changement de nom a été suffisamment motivé par M. RUSSOW; voir, Vergleich. Unters. St. Pétersb. 1872, p. 1 et surtout, Betrachtungen ueber das Leitbündel- und Grundgewebe, Dorpat 1875, p. 3.

question qui a rapport au tissu fondamental. Tout de suite on s'aperçoit que dans plusieurs cas la terminologie est vague, puisqu'il y a souvent désaccord entre la portée des termes qu'emploient différents auteurs pour désigner les éléments de ce tissu; il en est ainsi par exemple, pour le „sclérenchyme", qui, dans l'acception du mot que j'adopte, est surtout élément constitutif du tissu fondamental.

Mettenius a introduit le terme de „sclérenchyme" pour indiquer les cellules généralement prosenchymateuses à parois épaisses et dures, formant des couches autour ou dans le voisinage, des faisceaux conducteurs des Hyménophyllacées *). En indiquant la présence de cellules sclérenchymateuses dans d'autres Fougères et dans plusieurs plantes appartenant à différentes familles et classes, il insiste sur le fait que son „sclérenchyme" ne fait *pas* partie des „faisceaux vasculaires"; pour plusieurs Fougères il a découvert la présence de sclérenchyme dans l'épiderme †).

Depuis Mettenius plusieurs auteurs parlent de „sclérençhyme" chacun dans un autre sens. Ainsi M. SACHS, dans les différentes éditions de son Lehrbuch §), propose d'appliquer ce nom aux cellules, tant parenchymateuses que prosenchymateuses, à parois non-seulement épaissies mais durcies, quel que soit d'ailleurs le tissu auquel ces cellules appartiennent. M. BUCH tout en écrivant une dissertation spéciale sur le sclérenchyme ne connaissait évidemment pas le mémoire cité de Mettenius; l'auteur nomme cellules de sclérenchyme, toutes les cellules considérablement épaissies „situées au dehors des faisceaux vasculaires", quelle que soit leur forme **). G. DAVID va jusqu'à restreindre le nom de sclérenchyme aux longues cellules rameuses répandues surtout dans le tissu fondamental des Monstérinées ††), intéressantes

*) G. METTENIUS. Ueb. die Hymenophyllaceae; dans, Abhdl. der math.-phys. Cl. der Königl. Sächs. Gesellsch. d. Wiss. Bd. VII. Leipzig 1864, p. 18, 32—40, e. a.

†) Loc. cit. p. 37.

§) Voir par exemple, 4te Aufl. p. 84.

**) O. BUCH, Ueber Sclerenchymzellen, Breslau 1870. p. 16.

††) G. DAVID, Ueber die Milchzellen der Euphorbiaceen, etc. Breslau 1872. p. 52 e. a.

formes de cellules décrites minutieusement par M. VAN TIEGHEM sous le nom de „poils internes *) et dont l'étude a plus tard été reprise par M. BUCH. L'expression de sclérenchyme est employée par M. F. SCHMITZ „pour toutes les masses de cellules fortement épaissies du tissu fondamental"; cellules qu'il nomme quelquefois „fibres pseudo-libériennes" (falsche Bastfasern) †). Enfin M. RUSSOW revient à l'opinion de Mettenius en réservant le nom de sclérenchyme aux cellules prosenchymateuses fortement épaissies du tissu fondamental on du tissu tégumentaire §). Ici encore je suivrai M. RUSSOW, en tachant de rendre au terme proposé par Mettenius sa signification primitive.

En réservant à des cellules *prosenchymateuses*, le terme de sclérenchyme il est évident qu'il n'est applicable à aucun des éléments constitutifs des faisceaux conducteurs, puisque les cellules fibreuses à parois épaisses y portent déjà les noms de fibres libériennes ou de libriforme selon qu'elles font partie du phloème ou du xylème. En étendant au contraire ce mot de sclérenchyme, comme le veut M. SACHS, tant à des cellules prosenchymateuses qu'à celles en forme de parenchyme, on court le risque de rendre l'expression peu utile faute de précision. Du reste pourquoi ne serait-il pas permis, tant qu'il s'agit du tissu fondamental on du tissu tégumentaire, d'établir une classification de cellules se basant en partie sur leur forme, puisque les mêmes bases sont généralement admises comme propres à classer les éléments constitutifs des faisceaux conducteurs? Il est vrai que pour le tissu fondamental, on connait des cas où il y a toutes sortes de transitions entre des fibres à parois épaisses et des cellules parenchymateuses **). Seulement des cas analogues se trouvent dans les faisceaux conducteurs; ainsi les cellules conjonctives ††) prennent quelquefois une forme plus ou moins

*) PH. VAN TIEGHEM, Structure des Aroidées, Ann. Sc. Nat. 5ième Série, Bot. T VI, 1866. p. 140.

†) F. SCHMITZ, Beobacht. ueb. die Entwick. der Sprosspitze der Phanerogamen, Halle 1874, p. 15, 26.

§) Vergleich Unters. p. 167; Betrachtungen p. 16 et ailleurs.

**) Voir, Mettenius loc. cit. p. 19 et Buch loc. cit. p. 18.

††) J'ai nommé „cellules conjonctives" les „Leitzellen" de M. RUSSOW; TREUB Recherches s. l. org. de la végét. du Selaginella Martensii, Leide 1877, p. 10.

prosenchymateuse, les „Ersatzfasern" de M. SANIO forment une espèce de transition entre le parenchyme ligneux proprement dit et le libriforme, etc. M. SANIO a dit „Ebenso wenig aber wie der Morpholog die Unterscheidung der verschiedenen Blattformationen wegen der zahlreichen Uebergänge und wegen des gleichen Ursprunges wird aufgeben dürfen, ebenso wenig sprechen die Uebergänge zwischen den Elementarorganen des Holzkörpers für die Unhaltbarkeit (de la classification) der in einander übergehenden Organe, ohne deren Annahme eine vergleichende Anatomie ueberhaupt nicht möglich wäre" *). La même chose peut se dire pour les organes élémentaires des autres tissus.

Les recherches récentes de M. RUSSOW †) et de M. SCHWENDENER §) ont fait voir qu'un très grand nombre de cellules prosenchymateuses à parois épaisses, assignées jusqu'ici au phloème, doivent être considérées comme appartenant au tissu fondamental; ces cellules prosenchymateuses réunies en groupes, surtout ont un caractère tout à fait particulier; raison de plus pour leur réserver une dénomination spéciale.

Ainsi le nom de sclérenchyme ne s'applique qu'à des cellules prosenchymateuses du tissu fondamental ou du tissu tégumentaire; les cellules de sclérenchyme sont dans ces tissus ce que sont les fibres libériennes dans le phloème et le libriforme dans le xylème; elles ont partout une valeur morphologique parfaitement analogue à celle de ces deux organes élémentaires des faisceaux conducteurs. Généralement ces cellules méritent à tous les égards leur nom, puisque très souvent leurs parois ne sont pas épaisses seulement mais en même temps dures.

Les cellules de sclérenchyme du tissu fondamental **) y sont distribuées isolément, ou bien elles sont réunies en groupes. Dans le premier cas elles prennent très souvent en poussant des branches dans les méats intercellulaires adjacents, un caractère

---

*) C. SANIO, Vergleich Unters. ueb. die Elementarorgane des Holzkörpers, Bot. Zeit. 1863, p. 91.

†) Voir surtout, Vergleich Unters. p. 170 et suiv.

§) S. SCHWENDENER, Das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen, Leipzig 1874.

**) Dans ce petit article je ne m'occupe pas du sclérenchyme de l'épiderme.

décidément rameux (Aroideae, Loganiaceae, Camellia, Thea) *). Réunies en groupes les fibres sclérenchymateuses se trouvent tantôt dans le voisinage des faisceaux conducteurs, autour desquels elles forment quelquefois une enveloppe tout à fait ou presque continue †), tantôt elles s'unissent pour former un anneau de sclérenchyme dans l'écorce externe des tiges et des racines; enfin assez souvent encore le sclérenchyme se présente sous forme de faisceaux répandus par tout le tissu fondamental, ou bien se dirigeant seulement le long de l'épiderme. Dans son travail classique M. SCHWENDENER a décrit les nombreuses manières dont enveloppes, couches, anneaux et faisceaux de sclérenchyme peuvent s'accompagner mutuellement et se combiner, ainsi que les lois présidant à ces combinaisons; lois qui s'expliquent par le rôle important qu'a le sclérenchyme dans l'architecture des plantes.

Parmi les exemples connus depuis longtemps, de sclérenchyme répandu sous forme de faisceaux dans le tissu fondamental, il faut citer, peut-être en premier lieu, les faisceaux dans l'écorce des racines de beaucoup de Palmiers et de Pandanées, où ils sont mentionnés e. a par MOHL, KARSTEN, M. NÄGELI, M. VAN TIEGHEM et M. SCHWENDENER. Ce sont ces faisceaux qui donnent lieu à la présente communication.

Sur une coupe transversale d'une racine p. ex du Phoenix reclinata Jacq., on voit plusieurs faisceaux de sclérenchyme cheminant dans l'écorce (fig. 1); le nombre en dépend de l'épaisseur de la racine. En se servant de faibles grossissements on voit par ci par là, à la périphérie de ces faisceaux des parties claires faisant, sur des coupes minces, quelque peu l'effet de hiatus (p. fig. 1); à l'aide de plus forts grossissements on s'aperçoit que ces „hiatus" sont des cellules à lumen beaucoup plus grand que les autres cellules du faisceau (p. fig. 2). Ce n'est que sur des coupes longitudinales qu'on découvre qu'elles font partie de séries verticales de cellules parenchymateuses, à

---

*) Buch, loc. cit.

†) Dans les racines de plusieurs Philodendron le sclérenchyme forme des enveloppes autour des canaux „oléo-résineux" du tissu fondamental, ce que M. TRÉCUL et M. VAN TIEGHEM ont décrit il y a longtemps; voir VAN TIEGHEM, Structure des Aroidées loc. cit. p. 86, 118 et 119.

peu près isodiamètriques (fig. 3). Les parois internes de ces cellules sont plus ou moins épaissies, l'épaississement de leurs parois transversales et radiales (par rapport à l'axe idéal du faisceau) est souvent assez considérable tandis que leurs parois externes paraissent toujours rester assez minces. Les cellules parenchymateuses ne se trouvent que dans la couche périphérique de chaque faisceau; ensemble elles forment, comme je viens de l'énoncer, des séries verticales très longues quoique pas continues sur toute la longueur des faisceaux; dans chaque série les cellules peuvent être entassées immédiatement l'une sur l'autre (fig. 7), ou bien elle sont plus ou moins isolées (fig. 3). Après la macération on voit que les fibres contre lesquelles s'appuyaient les séries de parenchyme, ont des ondulations très prononcées, correspondant aux places qu'occupaient les cellules parenchymateuses (fig. 4); la même chose se voit quelquefois aussi, et même très distinctement, sur des coupes longitudinales, comme le montre la fig. 5, prise du Phoenix dactylifera.

J'ai étudié les racines d'un assez grand nombre de Palmiers et partout où il y avait des faisceaux de sclérenchyme j'ai retrouvé ces cellules parenchymateuses; je les ai vues dans une ou plusieurs espèces des genre Harina, Arenga, Caryota, Latania, Corypha, Phoenix, Martinezia. Les séries de parenchyme sont tantôt plus, tantôt moins nombreuses que dans les faisceaux de sclérenchyme du Phoenix reclinata, mais toujours elles ne se trouvent qu'à la périphérie des faisceaux; les dimensions des cellules sont variables dans différentes espèces; dans les Martinezia je les ai vues si petites que sur des coupes transversales elles n'étaient guère visibles, ce n'est que sur des sections longitudinales qu'on pouvait bien les distinguer (voir les cinq cellules dela fig. 6. Généralement je n'indique par p que quelques-unes des cellules parenchymateuses d'une sèrie). Quelquefois les cellules parenchymateuses des faisceaux font plus ou moins saillie dans le tissu environnant (fig. 7); parfois elles ne sont pas immédiatement superposées mais il y a d'assez grandes distances entre elles; ainsi dans les parties adultes des racines des Harina et surtout du Harina caryotoides Hamilt, il y a presque toujours entre deux cellules successives d'une même série de ce parenchyme, une distance plus grande que le diamètre moyen de ces cellules (voir aussi les fig. 3 et 6).

Pour savoir de quelle manière se produisent et d'où dérivent les cellules parenchymateuses des faisceaux de sclérenchyme, il faut avoir recours à l'étude de sections longitudinales des sommets des racines. Sur une pareille section on voit qu'assez près des „initiales communes" *), quelques cellules du périblème se divisent surtout par des cloisons longitudinales en produisant ainsi des faisceaux de cellules allongées, à peu près de la forme de jeunes cellules procambiales. Un peu au dessous †) du lieu où ce faisceau pseudoprocambial s'individualise, plusieurs de ses cellules externes se divisent quelques fois de suite par des cloisons transversales (fig. 8, 9), divisions qui continuent à se répèter pendant quelque temps; c'est par ce cloisonnement en sens tranversal des cellules pseudo-procambiales que se forment les séries de cellules parenchymateuses (fig. 10). Celles ci sont produites longtemps avant que les autres cellules du faisceau pseudo-procambial aient pris le caractère de sclérenchyme (fig. 10, 11). Sur des coupes longitudinales dans lesquelles ont voit des faisceaux de sclérenchyme du dehors, il reste longtemps visible que les cellules parenchymateuses des faisceaux sont dues à des divisions de cellules allongées (fig. 12, 13); comme le montre la fig. 13 ces cellules parenchymateuses peuvent devenir assez larges, toutefois elles ne se cloisonnent que rarement en sens radial (fig. 13). Ce n'est qu'à une assez grande distance du sommet des racines que les cellules parenchymateuses peuvent commencer à s'éloigner l'une de l'autre; cet éloignement est du à l'allongement ultérieur des faisceaux de sclérenchyme.

Dans les Pandanées j'ai étudié les racines, aériennes ou terrestres, de quelques espèces de Pandanus et du Freycinetia nitida Miq.: partout on' trouve beaucoup de faisceaux de sclérenchyme dans l'écorce §). Ici encor ce on voit très souvent à

*) Voir pour l'accroissement terminal de la racine dans les Palmiers: TREUB, Le méristème primitif de la racine d. l. Monocotyl. Leide 1876, p. 29, Pl. V. fig. 20.

†) Qu'on se représente le sommet de la racine tourné en haut.

§) On trouve des faisceaux de cellules épaisses et prosenchymateuses dans la „moelle" des racines de quelques Pandanus et du Freycinetia nitida; on n'a pas le droit de donner à ces cellules le nom de sclérenchyme parcequ'il n'est nullement décidé s'il faut considérer la „moelle" des racines comme appartenant au tissu fondamental, oui ou non (voir, Russow, Betrachtungen p. 47—51). Je crois,

la périphérie de ces faisceaux, des séries longitudinales de cellules parenchymateuses; elles sont assez rares dans le Pandanus variegatus Miq., un peu plus nombreuses dans le Pandanus Amaryllifolius Roxb. et le Freycinetia nitida *); dans les Pandanus furcatus Roxb. et utilis Bory elles ne sont pas moins nombreuses que dans les racines des Palmiers. Les dites cellules parenchymateuses des Pandanées sont un peu plus longues et plus régulières que celles des Palmiers; je ne les ai jamais vues s'écarter l'une de l'autre.

Les racines des Pandanées sont plus propres encore que celles des Palmiers aux recherches sur l'origine et le mode de formation des cellules parenchymateuses en question, parceque les faisceaux de sclérenchyme y sont plus nombreux et surtout parceque la marche de ces faisceaux est très régulière. Sur une section longitudinale axile d'un sommet de racine on voit de nouveau, comme première différenciation dans le périblème, la production de faisceaux pseudo-procambials; à quelque distance du sommet quelques cellules externes de ces faisceaux se divisent ensuite par des cloisons transversales (fig. 14—16) en séries de cellules parenchymateuses. Ce n'est que plus tard que les autres cellules des faisceaux se changent en sclérenchyme.

On a signalé pour quelques cas la présence de cellules parenchymateuses dans des faisceaux de sclérenchyme. Payen a trouvé dans la tige d'un Pandanus des cellules parenchymateuses particulières, formant ensemble „un appareil de la configuration extérieure d'une raphide courte" †); ces cellules sont, je n'en doute pas, homologues à celles que je viens de décrire pour les faisceaux de sclérenchyme des racines des Pandanées. Mettenius

---

surtout après les considérations de M. Russow, que le mieux qu'on puisse faire c'est d'envisager partout *tout* ce qui se trouve au dedans de la gaine protectrice des racines comme faisant partie du faisceau conducteur.

*) Dans le Freycinetia nitida j'ai spécialement cherché, si dans les faisceaux de cellules epaisses de la „moëlle" des racines il y avait, comme dans les faisceaux de sclérenchyme de l'écorce, des séries de cellules parenchymateuses; je n'ai pas réussi à les y découvrir.

†) Payen, Mém. s. l. dével. d. Végétaux. Paris 1842, p. 365. Pl. VIII, fig. S, s'''.

a vu, dans la plupart des espèces de Trichomanes, que „les cellules de sclérenchyme" touchant au parenchyme environnant sont divisées et forment à cause de cela des séries de cellules parenchymateuses. Ce sont ces cellules auxquelles METTENIUS a donné le nom de „Deckzellen", „parcequ'elles couvrent toujours le sclérenchyme, en tant qu'elles occupent la limite du sclérenchyme et du parenchyme" *); l'auteur ajoute que ses „Deckzellen" sont produites par la division de cellules sclérenchymateuses allongées. „Diese Theilung der Sklerenchymzellen erfolgt indess schon in den jugendlichsten Theilen des Stammes in geringer Entfernung von dem Vegetationspunkt....., und ebenso in den jüngsten Theilen der Blätter lange vor Verholzung der Gefäszellen der Nerven die sie bedecken" †). Outre dans les Hyménophyllacées, Mettenius indique la présence des „Deckzellen" dans d'autres Fougères.

M. RUSSOW, en parlant du sclérenchyme §), dit: „Le lumen des cellules de sclérenchyme est le plus souvent continu, rarement divisé par de minces cloisons. Ces cloisons se produisent après que l'épaississement des membranes est terminé, par suite de division ultérieure de la cellule. Il faut peut-être considérer comme forme particulière du sclérenchyme cloisonné les remarquables „Deckzellen" découvertes par Mettenius, cellules qui se trouvent très souvent non seulement dans les Hyménophyllacées, mais aussi dans plusieurs Polypodiacées et dans les Phanérogames (dans les Palmiers et les Orchidées tropiques)."

Avant d'énoncer une opinion sur la manière dont METTENIUS et M. RUSSOW envisagent les „Deckzellen", je me permets de rappeler en quelques mots les différences qu'il y a entre deux éléments constitutifs du bois: le parenchyme ligneux et le libriforme cloisonné. On doit à M. SANIO d'avoir indiqué que M. NÄGELI, TH. HARTIG et SCHACHT ont réuni à tort sous un même nom tous les élements „parenchymateux" du bois; seul le parenchyme ligneux, dans l'acception actuelle du mot, se forme par la division transversale de cellules

---

*) Loc. cit. p. 19.

†) Loc. cit. p. 23.

§) Vergleich. Unters. p. 167.

procambiales *avant* que l'épaississement de leurs parois ait commencé; les autres éléments „parenchymateux" du bois, nommés „libriforme cloisonné" par M. SANIO, ne se produisent que plus tard par un cloisonnement en sens transversal de fibres de libriforme à parois considérablement épaissies. Aussi M. SANIO dit en traitant du libriforme cloisonné *): „Wer dieses Zellensystem *genau* untersucht hat, wird die unzerstörbare Ueberzeugung gewinnen, dass die getheilten Libriformfasern nur eine getheilte Modification der bastartigen Holzfasern und von dem Holzparenchym himmelweit verschieden sind."

J'ai cru devoir insister sur ces vues de M. SANIO quoique de nos jours on les partage généralement, parceque les relations entre les éléments constitutifs des faisceaux de sclérenchyme donnent lieu à de pareilles considérations.

Depuis assez longtemps on sait que non seulement le libriforme et les vraies fibres libériennes peuvent être cloisonnées, mais que la même chose se voit par ci par là dans le sclérenchyme; c'est à ce „sclérenchyme cloisonné" que M. RUSSOW, guidé par les descriptions de METTENIUS, est porté à rattacher les „Deckzellen" de cet auteur. Pour moi je crois qu'il faut envisager ces cellules d'une autre manière tout comme les cellules parenchymateuses des faisceaux de sclérenchyme. que je viens de décrire; celles-ci se produisent par le cloisonnement transversal de cellules d'un faisceau pseudo-procambial, *avant* leur épaississement, *de sorte qu'elles sont parfaitement analogues au parenchyme ligneux.* Quant au sclérenchyme cloisonné il ne se produit qu'après l'épaississement des parois des fibres, de la même manière que le libriforme cloisonné. La différence entre ces deux éléments des faisceaux de sclérenchyme est manifeste déjà en étudiant p. ex. une partie adulte d'une racine du Freycinetia nitida, où dans le même faisceau on peut trouver des séries de parenchyme et du sclérenchyme cloisonné.

Ainsi non seulement des cellules prosenchymateuses à parois épaissies du tissu fondamental, peuvent se réunir en groupes à caractère plus ou moins particulier, mais la différenciation peut aller plus loin encore puisque dans les faisceaux pseudo-procam-

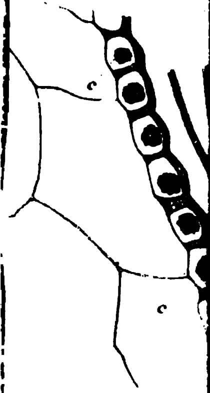
*) Bot. Zeit. 1863, p. 110.

Fig. 13. Série de cellules parenchymateuses appartenant à un faisceau de sclérenchyme d'une racine du Martinezia disticha. Gross. 400 diam.

Fig. 14—16. Faisceaux pseudo-procambials, en coupe longitudinale, de l'écorce de racines du Pandanus utilis Bory. Gross. 400 diam.

Fig 17. Partie d'une fibre sclérenchymateuse, bordée de cinq cellules parenchymateuses (d'un faisceau de sclérenchyme); dessin pris d'une coupe d'une racine du Phoenix reclinata, après la macération dans l'acide nitrique et le chlorate de potasse. Gross. 240 diam.

5.



cr
inve
à l'
I

CONTRIBUTION A LA SACCHARIMETRIE.

NOTE SUR LA

TRANSFORMATION DU SACCHAROSE EN SUCRE REDUCTEUR PENDANT LES OPERATIONS DU RAFFINAGE.

PAR

J. W. GUNNING.

Dans un Mémoire présenté à l'Academie des Sciences à Paris et inséré dans les *Comptes rendus*, LXXIII. p. 196, M. AIMÉ GIRARD communique des expériences, faites par lui pour expliquer le rôle que le sucre réducteur, présent dans les sucres bruts, peut jouer pendant le raffinage. D'àprès l'auteur, les personnes versées dans cet art sont d'accord sur ce fait, que le sucre réducteur exerce „une influence redoutable", mais quant à la nature de cette influence, les opinions étaient divisées jusqu'ici. On lui attribua généralement la faculté „d'immobiliser", c'est-à-dire, de rendre incristallisable une partie du saccharose, auquel il se trouve mêlé. Mais après les travaux importants de M. DUBIN sur ce sujet cette opinion n'était plus soutenable. En 1872 M. FELTZ ouvrit une autre voie pour rechercher l'origine de cette influence en démontrant — comme le croit M. GIRARD — qu'un mélange de saccharose et de sucre inverti par les acides, soumis à la température de 70° et mieux à l'ébullition, va se changeant peu à peu en glucose.

Les résultats de M. FELTZ cependant laissaient à désirer sous

certains égards, c'est pourquoi M. GIRARD a repris le sujet, et est arrivé à des résultats qui lui semblent expliquer parfaitement le rôle facheux, attribué au glucose.

En effet, le tableau donné par M. GIRARD démontre que 15 échantillons de sirops et de claires, chauffés 18 à 60 heures à 65° et analysés au polarimètre et par la liqueur cuprique avant et après la chauffe, perdent une partie considérable de leur pouvoir rotatoire et augmentent en pouvoir réducteur. Les pertes, considérées comme pertes en saccharose, s'élèvent d'environ 1 jusqu'à 19 pourc. et le glucose augmente dans la plupart des cas de 3 à 6,6 pourc. En interprétant ces faits M. GIRARD croit qu'on peut dorénavant considérer comme démontré que dans le cours des opérations, que l'art du raffinage comporte, une quantité importante de saccharose se trouve transformé en sucre réducteur et que l'agent de cette transformation est le sucre réducteur lui-même. D'où il résulterait encore que la saccharimétrie française, qui se vante de tenir compte de cette imperfection du raffinage, est supérieure aux autres modes proposés, parce qu'elle concilie sous ce rapport les intérêts des fabricants avec ceux du Trésor.

Mon honorable collègue français sait et ne contredit point, que beaucoup de personnes ne sont pas de cet avis. Tout en reconnaissant le fait que le raffineur perd souvent du saccharose, par sa transformation en glucose, ces personnes mettent en doute que cette transformation est un phénomène essentiel et constant du raffinage. L'irrégularité et l'intensité extrêmement variable de cette action, qui se prononcent de nouveau si clairement dans les expériences nouvelles de M. GIRARD, leur semblent plutôt indiquer une cause accidentelle, un vice de fabrication.

M. GIRARD a-t-il réellement réussi à dissiper ces doutes?

J'ai peine à le croire. Remarquons d'abord que des 15 échantillons sur lesquels M. GIRARD opérait, 11 étaient acides et les 4 autres, neutres d'abord, se trouvaient acides après la chauffe: Évidemment la cause la plus probable de la transformation du saccharose réside dans cet acide, et non pas dans le glucose. Il y a là une différence notable, qui toutefois n'échappe pas à M. GIRARD, mais qu'il croit pouvoir éliminer en s'appuyant sur les travaux de M. PELIGOT, qui, dit-il, nous a appris

que le glucose se transforme facilement en composés acides. Cependant en relisant le mémoire de M. PELIGOT aux *Ann. de Ch. et de Ph.* (3) Tome 54, pag. 377, je trouve, que ce savant traite seulement de l'action que le glucose exerce sur les liqueurs alcalines, dans lesquelles il est dissout et dont il anéantit une partie de la réaction alcaline. Mais il ne relate aucune expérience où une solution neutre ou alcaline de glucose deviendrait acide par l'application de la chaleur.

De même le travail de M. FELTZ (*Compt. rend.* LXXVI, pag. 1140) ne me paraît apporter aucune confirmation pour les vues de M. GIRARD. En effet, cet auteur démontre que, sous certaines circonstances, le saccharose réduit la liqueur cuprique comme le glucose. Est-ce-à dire que le saccharose est transformé en glucose avant la réduction? Si cela était, on ne pourrait attribuer cette influence qu'à l'alcali de la liqueur cuprique. Or il est bien connu qu'une solution fortement alcaline de saccharose pur peut-être chauffée longtemps sans que la moindre coloration ne se produise, ce qui prouve qu'il n'y a pas de formation de glucose.

Je rapporterai ici une expérience qui donne peut-être directement la clef de ce que M. FELTZ a observé et qui prouve une fois de plus à quelles mauvaises chances la liqueur cuprique peut exposer le chimiste qui s'en sert.

Une liqueur cuprique récemment préparée *) qui n'est pas réduite par le saccharose pur †) à la température de 100° dans l'espace de dix minutes, dépose de l'oxydule de cuivre sous ces mêmes circonstances lorsqu'elle a vieilli de quelques jours seulement, ou lorsqu'elle a été chauffiée à 100° pendant quelques heures. Ici nous avons donc à faire à une transformation non du saccharose, mais du réactif même, qui sert à rechercher cette transformation.

La réaction à laquelle M. GIRARD rapporte ses observations

---

*) Nous suivons la formule: 34,639 gr. de sulfate de cuivre, 200 gr. de tartrate potasso-sodique, 500 C.C. d'une lessive de soude caustique à 1,19; le tout porté au volume de 1 litre.

†) On prépare facilement le saccharose pur en lavant le sucre en pains râpé à l'alcool à 90 pourc.

était donc inconnue jusqu'ici: c'est la faculté du sucre réducteur d'invertir le saccharose, soit directement, soit en conséquence de sa transformation en acide.

Examinons maintenant si les preuves apportées par M. GIRARD suffissent pour établir l'existence de cette faculté.

D'abord, quelle est la quantité et la nature de l'acide qui s'est formé dans les expériences de M. GIRARD? L'auteur constate seulement (par la balance?) que la quantité de matières précipitables par l'acétate de plomb dans les sirops était beaucoup plus considérable après qu'avant la chauffe, et il nous laisse dans le doute si l'acide formé appartient à cette catégorie d'acides, qui invertissent facilement le saccharose, comme les acides tartrique et oxalique, ou à ceux dont l'influence est très faible, comme l'acide acétique.

Il sera donc permis de me rapporter aux expériences que j'ai instituées pour répondre à ces questions.

1°. Une solution à environ 8 pourc. de sucre inverti par l'acide oxalique *) parfaitement neutre, a été chauffée dans un vase d'étain †), fermé à vis, au bain-marie à 70° pendant 14 heures consécutives.

La densité, la réaction sur le papier tournesol, la polarisation et le pouvoir réducteur, examinés de nouveau, ont été trouvés exactement les mêmes après qu'avant la chauffe.

Après 42 heures de chauffe à 70° on a répété ces déterminations sans trouver encore la moindre différence.

On a continué la chauffe encore 18 heures mais en faisant bouillir l'eau du bain-marie.

Cette fois-ci on a observé une modification du sucre; la solution était devenue trouble et avait pris une couleur jaune et une réaction acide; la quantité d'acide formé est trouvée équi-

---

*) Une solution de sucre candi au dixième, acidifié par un pourcent d'acide oxalique très pur, est chauffée pendant 3 heures à 100°. Après refroidissement on ajoute du lait de chaux en léger excès, on filtre et on passe par la liqueur un courant d'acide carbonique bien lavé; on fait bouillir et on filtre de nouveau.

†) Les solutions incolores de sucre inverti chauffées longtemps dans des vases de verre, prennent une teinte brune, ce que j'attribue à un minime degré d'alcalinité que le verre communique à l'eau. Ces traces d'alcali pouvaient empêcher la formation d'acide, c'est pourquoi j'ai choisi pour ces expériences un vase de métal.

valente à 0,01 pourc. d'acide acétique. Elle était donc beaucoup trop faible pour reconnaître la nature de l'acide. Ni la rotation, ni le pouvoir réducteur de la solution n'étaient sensiblement changés.

L'expérience a été répétée avec une autre solution de sucre réducteur et a donné les mêmes résultats.

2°. Une mélasse provenant d'une sucrerie des Indes occidentales, récemment importée, d'un beau jaune et franchement acide, a été diluée de son volume d'eau et ensuite chauffée pendant 60 heures à 70° dans un tube en verre scellé à la lampe *).

Avant et après la chauffe l'acidité a été déterminée au moyen d'une solution titrée de potasse. Elle a été trouvée dans les deux cas égale à celle de 0,49 pourcent d'acide acétique.

Les essais cupriques exécutés avant et après la chauffe ont fait voir que la richesse de la mélasse en sucre réducteur s'était accrue de 18,6 pourc. à 20,6.

L'expérience a été répétée, avec cette différence que la solution de mélasse fut neutralisée aussi exactement que possible avant la chauffe. L'action de l'acide étant éliminée autant que posstble, la richesse en sucre réducteur s'est trouvée augmentée par une chauffe de 60 heures à 70° de 18,6 à 19,3.

3°. Une solution à 1 pourc. de sucre inverti — preparé par l'action de la levûre de bière sur le sucre candi — fut saturée de saccharose à la température ordinaire, puis chauffée en tube de verre clos pendant 60 heures à 70°.

La quantité de sucre réducteur s'est trouvée après ce temps augmentée de 1 pourc. à 1,2.

La même expérience, prise avec une solution à 3,70 pourc. de sucre inverti, préparé au moyen de l'acide oxalique, puis saturée de saccharose et chauffée 60 heures à 70° donna une augmentation de 3,7 pourc. à 3,8.

---

*) Cette précaution est nécessaire dans ces expériences, non seulement pour conserver aux liquides l'état primitif de concentration, mais surtout pour les préserver de l'action de l'air du laboratoire. Le saccharose est extrêmement sensible aux vapeurs acides, surtout aux émanations du gaz brûlant, qui contiennent toujours des quantités considérables de sulfate d'ammoniaque. J'ai dû rejeter toute une série d'expériences qui donnaient des résultats incertains et contradictoires, parce qu'on n'avait par assez tenu compte de ces circonstances perturbatrices.

4°. On chauffa à 70° pendant 14 heures:
les solutions, mentionnées sous le N°. 3,
la mélasse, citée sous le N°. 2, à l'état neutralisé.

Les quantités de ces trois solutions, qu'il fallut pour décolorer un même volume de liqueur cuprique étaient absolument les mêmes après et avant la chauffe.

S'il est permis, comme je le crois, de généraliser ces résultats, on doit admettre les propositions suivantes:

a. La solution du sucre inverti chauffée à une température de 100° montre quelque tendance à s'acidifier. Dans les conditions où le sucre brut se trouve pendant le raffinage, il ne peut cependant guère être question de cette action chimique.

b. Ni les mélanges synthétiques de saccharose et de sucre inverti, ni la mélasse de sucrerie neutrale, ne subissent un changement de composition appréciable lorsqu'on les chauffe à l'état neutre dans des conditions de temps et de température qui ne sortent pas trop des limites ordinaires du raffinage.

c. L'acidité des mélasses exotiques conduit naturellement à une augmentation de la quantité de sucre inverti lorsqu'on les chauffe, mais dans un cas donné, quoique parfaitement normal, cette augmentation ne dépasse pas $^1/_{10}$ de la quantité présente, lorsque la chauffe eut lieu dans les conditions ordinaires du raffinage.

d. On ne trouve aucun indice certain d'une action directe que le sucre inverti déjà présent exercerait sur le saccharose.

Après avoir établi ces résultats d'expérience de laboratoire, on est curieux de savoir, si les choses se passent autrement dans la pratique du raffinage.

C'est à M. L. SERRURIER que je dois les précieux renseignements contenus dans la lettre suivante, qu'il a eu la complaisance de me remettre après avoir pris connaissance de cette Note.

LETTRE A M. LE PROFESSEUR J. W. GUNNING CONCERNANT L'INFLUENCE DU SUCRE RÉDUCTEUR PENDANT LE RAFFINAGE.

A propos des expériences de M. AIMÉ GIRARD sur l'influence qu'aurait le sucre réducteur sur le saccharose pendant le raffinage,

je viens dans ces quelques lignes vous faire part de ce que la pratique m'a appris sur cette influence. Comme vous le verrez, ces faits ne s'accordent pas bien avec les conclusions auxquelles est arrivé M. GIRARD.

Quoique j'aie souvent fait une étude spéciale de ce point, je n'ai jamais pu constater une augmentation quelque peu importante de la quantité du sucre réducteur, tant que le raffinage se faisait dans les conditions d'un travail régulier. A moins de maintenir les solutions dans un état d'alcalinité excessif il se forme toujours une petite quantité de sucre réducteur, même en ne travaillant que des sucres de betterave, qui n'en contiennent point, mais jamais je n'ai pu constater que cette formation soit plus forte en raison de la proportion plus grande de sucre réducteur que contiennent les sucres bruts employés.

Pour démontrer plus directement que la transformation dont parle M. GIRARD ne peut avoir l'importance qu'il lui attribue, je vais donner quelques chiffres, qui démontrent clairement qu'il faut des preuves plus concluantes que celles que donne M. GIRARD pour mettre hors de doute l'influence nuisible du sucre réducteur.

Dans une raffinerie travaillant des mélanges de sucre Java et de sucre de betterave, on analysait chaque semaine les différentes claires, en déterminant principalement les quantités de sucre réducteur et de cendres sur 100 parties de saccharose. Le tableau suivant donne les moyennes des résultats obtenus pendant les deux trimestres Janvier—Mars et Octobre—Decembre 1873.

	JANVIER—MARS			OCTOBRE—DECEMBRE		
	sur 100 part. de saccharose.		sur 1 cendres sucre réduct.	sur 100 part. de saccharose		sur 1 cendres sucre réduct.
	sucre réduct.	cendres.		sucre réduct.	cendres.	
Claire pour pains	5,67	1,56	3,64	11,27	1,65	6,83
〃 〃 lumps	15,05	4,56	3,30	20,77	3,58	5,80
〃 〃 bâtardes	28,13	9,43	2,98	51,57	9,10	5,67

Pendant ces périodes on travaillait de manière que le sirop des pains donnait la clairce pour lumps, et le sirop provenant de ceux-ci donnait la clairce pour bâtardes, sans qu'il y eût addition de sucre ou de sirops étrangers. Si donc il y avait eu formation de sucre réducteur pendant le travail, la proportion de cette substance par rapport aux cendres aurait dû devenir plus forte. Il résulte au contraire des chiffres cités, que la quantité de sucre réducteur s'est plutôt réduite.

Amsterdam, 29 Juin 1877.

L. SERRURIER.

RAPPORT

UITGEBRACHT EN VASTGESTELD

IN DE

ZITTING VAN 30 JUNI 1877.

Ter voldoening aan den last haar opgedragen in de Afdeelings-Vergadering van 30 Dec. 1876 heeft uwe Commissie de eer u voor te stellen, dat aan Z. Exc. den Minister van Binnenl. Zaken in antwoord op de missive van 13 Dec. 1876, N°. 58, Afdeeling IX Med. Politie, zal worden medegedeeld het hieronder volgende:

Uwe Excellentie heeft in de missive van 13 Dec. 1876, N°. 58, Afdeeling IX, Med. Politie aan de Natuurk. Afd. der Kon. Akad. v. Wetensch. de volgende twee vragen voorgelegd en haar verzocht die volgens den tegenwoordigen stand der wetenschap te beantwoorden.

Die vragen luiden:

1°. Welke zijn de eigenschappen, die de schadelijkheid bepalen voor de openbare gezondheid van het vuil van organischen oorsprong, dat in de steden wordt voortgebracht?

2°. In welke mate en in welke richting worden die eigenschappen gewijzigd onder de natuurlijke invloeden en de bewerkingen, aan welke dat vuil tijdens de voortbrenging, verzameling en verwijdering blootgesteld is?

De aanleiding daartoe was, blijkens den aanhef van Uwer Excellentie's missive, een wensch geuit door den Burgemeester van Amsterdam. Sedert jaren toch wordt er door

de besturen van de voornaamste gemeenten des Rijks gezocht naar de beste wijze om die gemeenten, vooral met het oog op de eischen der volksgezondheid, van de daarin voortgebrachte vuilnis te ontdoen, en omdat er over de middelen om daartoe op de meest doeltreffende wijze te geraken, groote strijd bestaat, was de Burgemeester van Amsterdam van oordeel, dat eerst de wetenschappelijke vragen, die de zaak beheerschen, aan een grondig onderzoek onderworpen en zoo mogelijk beantwoord moesten worden.

De Natuurk. Afd. der Kon. Akad. van Wet. acht het in de eerste plaats noodig uit te spreken, dat zij het zeer toejuicht, dat Uwe Exc. heeft goed gevonden den wensch van den Burgemeester van Amsterdam te beperken tot de beantwoording volgens den tegenwoordigen stand der wetenschap van twee in Uw. Exc. missive geformuleerde vragen. Naar haar oordeel kan een onderzoek als het bedoelde niet die uitkomsten opleveren, die blijkbaar daarvan worden verwacht, omdat de kwestie van te grooten omvang is. Tot haar leedwezen ziet zij zich intusschen genoodzaakt tot de verklaring, dat ook de beantwoording der twee door Uwe Exc. gestelde vragen niet bevredigend zijn kan. Op het gebied, dat hier moet worden betreden, is niets met volkomene zekerheid bekend en mist men den vasten grond, waarop een wetenschappelijke uitspraak rusten moet. De Natuurk. Afd. is evenwel van oordeel zich aan de haar opgedragen taak niet te mogen onttrekken en zij hoopt duidelijk aan te toonen, waarom vooralsnog de wetenschappelijke beantwoording dier vragen onmogelijk is en een daartoe opzettelijk in het werk gesteld onderzoek niet spoedig voldoende vrucht opleveren kan.

Sints langen tijd is zeer algemeen de overtuiging gevestigd, dat vuilnis van organischen oorsprong nadeel aan de volksgezondheid kan toebrengen en al ontbreken daarvoor de afdoende, streng wetenschappelijke bewijzen, zeer zeker mag niet worden voorbijgezien, dat ook het bewijs voor de onschadelijkheid niet te leveren is, en dat vele waarnemingen kunnen worden aangevoerd, die sterk voor de heerschende zienswijze spreken.

Die schadelijkheid kan natuurlijk slechts op het voorkomen van nadeelige bestanddeelen in de vuilnis berusten, die daaruit

in het menschelijk lichaam overgaan. Bij fijne verdeeling der droogе vuilnis kan dat in vorm van stof geschieden, terwijl bij aanraking der vuilnis met water zoowel opgeloste als onopgeloste bestanddeelen met het water kunnen worden opgenomen.

Van welken aard die bestanddeelen zijn, is voorloopig nog volkomen onbekend. Afgezien van de mogelijkheid, dat kiemen van parasieten, bijvoorbeeld ingewandswormen, in de vuilnis aanwezig kunnen zijn en daaruit langs dezen of genen weg in het organisme kunnen overgaan, om daar zekere ziekteverschijnselen op te wekken, weet men omtrent het verband, dat tusschen vuilnis van organischen oorsprong en het optreden van verscheidene endemische en epidemische ziekten wordt vermoed, weinig met zekerheid. Het ontstaan der meeste ziekten, — en dat geldt ook voor de meeste der zoogenaamde besmettelijke, — ligt nog te zeer in het duister en zeker heeft men nog geen recht bepaalde stoffen of vormen als ziekteoorzaken daarvoor aan te wijzen. Wil men, zooals veelal geschiedt, voor sommige der besmettelijke ziekten, zooals voor typhus, voor dysenterie en voor cholera aannemen, dat haar ontstaan en hare verspreiding afhankelijk zijn van bepaalde stoffen in de vuilnis aanwezig, dan blijft natuurlijk nog de vraag te beantwoorden of die ondersteldе smetstoffen uitsluitend van de lijders of hunne uitwerpselen afkomstig zijn, dan wel of zij zich in de vuilnis kunnen ontwikkelen gedurende het proces van ontbinding, waaraan elke organische stof onderhevig is. In geen dier gevallen kon men tot nog toe tot een beslissing komen en zeker moet de uitspraak van hen lichtvaardig en voorbarig heeten, die in 't algemeen in bacteriën, welke zich in organische, in ontbinding verkeerende stoffen ontwikkelen, de kiemen voor besmettelijke ziekten meenen te mogen zien, — een voorstelling, die desniettegenstaande vrij algemeen ingang gevonden heeft.

Het grootste gevaar wordt meestal gevreesd van de ontbinding, waarin vuilnis van organischen oorsprong, zooals elke andere organische stof, verkeeren kan. Bij ruime toetreding van lucht leidt de ontleding van organische stoffen langzaam tot schier volkomen oxydatie, zoodat in vasten vorm ten slotte niets of slechts weinig doorgaans zeer koolstofrijke materie overblijft.

Dit proces van vertering (Verwesung) of voortschrijdende oxydatie, wordt bij afwezigheid of bij onvoldoenden toevoer van zuurstof door een ander proces, dat der rotting, vervangen, waarbij de vorming van reductie-producten op den voorgrond staat. De rotting kenmerkt zich door stank, die van de reductie-processen, waarbij zich o. a. zwavelwaterstofgas gaat vormen, afhangt en zij is buitendien steeds vergezeld van de ontwikkeling van organismen, die tot de laagste ons bekende soorten behooren. Zonder de ontwikkeling dezer organismen verloopt geen rotting, zooals blijkt uit het feit, dat organische stof niet rot, zoo de daarin voorkomende organismen worden gedood en het uit de lucht indringen van kiemen voorkomen wordt. In een beperkte hoeveelheid organische stof houdt de rotting een zekeren tijd aan, waarvan de duur afhankelijk is van de hoeveelheid en den aard der gegeven zelfstandigheid, het watergehalte, de temperatuur en van de mate, waarin de lucht toetreden kan. Bij ruime toetreding van lucht maakt het proces der rotting voor dat der vertering plaats, zooals uit de proefnemingen van LAUTH met het Parijsche rioolwater duidelijk gebleken is, en wordt door oxydatie de ontleding der organische stof voltooid.

De tot nog toe verkregen kennis ten aanzien van de producten, die door rotting van plantaardige en dierlijke stoffen ontstaan, is in vele opzichten zeer gebrekkig. Een tal van gasvormige, vloeibare en vaste stoffen, die zich daarbij vormen, zijn voldoende bekend, maar ten aanzien van sommige andere rottings-producten, en o. a. omtrent diegene, die den eigenaardigen stank van rottende dierlijke lichamen veroorzaken, verkeert men geheel in onzekerheid. Men is maar al te dikwijls geneigd, datgene wat de zintuigen onaangenaam aandoet, als schadelijk aan te merken, en vestigt daarom de aandacht dikwijls het eerst op de gasvormige producten, die bij de rotting ontstaan. Ofschoon het nu genoeg bekend is, dat sommige van deze stoffen, zooals zwavelwaterstof, bij groote hoeveelheid in de longen gebracht als wezenlijke vergiften werken, en zelfs met veel lucht verdund op den duur nog een nadeeligen invloed op de gezondheid kunnen uitoefenen, zoo ligt in deze meer onmiddellijk merkbare, vluchtige scheikundige verbindingen waarschijnlijk niet het grootste gevaar, dat men van rottende organische

stoffen te wachten heeft. Van vluchtige, door den reuk niet waarneembare, schadelijke stoffen is tot dusverre niets bekend.

Veeleer zijn daarentegen zekere niet vluchtige rottingsproducten te vreezen, die door de omzetting van eiwitachtige lichamen kunnen ontstaan en die, door geen bepaalden reuk of andere onmiddellijk in het oog vallende eigenschappen gekenmerkt, met de zwaarste plantenvergiften kunnen wedijveren. Aan PANUM komt de eer toe, het bestaan daarvan buiten allen twijfel te hebben gesteld. Het gelukte hem uit rottend vleesch onder het gebruik van stoffen, waaraan bacteriën en andere organismen geen weerstand kunnen bieden, eene zelfstandigheid af te zonderen, die wat de kleinheid der doodelijke gift betreft, met dergelijke stoffen als curare en slangenvergif overeenkomt, en die in het bloed gebracht, spoedig den dood tengevolge heeft.

Toonen deze proeven aan, dat de mogelijkheid der vorming van *vergiftige, scheikundige verbindingen* bij de rotting van eiwitachtige stoffen boven allen twijfel is verheven, dan doet zich van zelf de vraag voor of daar, waar rottings-producten ten slotte in het water van rivieren, grachten en wellen worden afgevoerd, dit laatste daardoor niet voor de gezondheid schadelijk worden kan.

Dat er eenige grond voor die meening bestaat, kan niet ontkend worden. Sommige wateren, zooals die van Rotterdam, zijn wegens hunne nadeelige werking bekend, en daaraan kan de schadelijke eigenschap worden ontnomen door het klaren en zuiveren met ijzer-chloride. Het neerslag, dat zich daarbij vormt en dat hoofdzakelijk uit ferri-hydroxyde bestaat, bevat dus datgene wat het water schadelijk maakte. Uit het onderzoek van het neerslag blijkt, dat daarin veel stikstof voorkomt, en de uiterst stinkende producten, die zich bij verhitting van het neerslag ontwikkelen, leveren het bewijs, dat uit het water afkomstige organische stoffen daarin voorhanden zijn.

Tot nog toe is omtrent de scheikundige zamenstelling der bedoelde organische verbindingen niets bekend, en de moeilijkheid van het onderzoek kan genoegzaam daaruit blijken, dat de pogingen van zoo vele onderzoekers ons niet verder hebben gebracht, dan tot de kennis, dat zich bij de rotting van eiwitachtige stoffen vergiftige, scheikundige verbindingen kunnen vormen.

Voorts hebben wij te vragen, of er grond is om aan te nemen, dat bijzondere soorten der in het vuil voorkomende bacteriën ziekteoorzaken kunnen zijn.

Ten opzichte van het miltvuur (pustula maligna), en misschien ook voor febris recurrens, heeft men het recht de afhankelijkheid der ziekte van het voorkomen van bepaalde vormen van bacteriën in het lichaam voor waarschijnlijk te houden. In het bloed van lijders aan febris recurrens, zijn namelijk door vele waarnemers herhaaldelijk zoogenaamde spirillen gevonden, die den naam van spirochaete Obermeieri hebben gekregen, en die groote overeenkomst vertoonden met de spirochaete door EHRENBERG reeds in het moeraswater ontdekt. Het onderzoek door KOCH in het werk gesteld, waarvan de resultaten door COHN werden bevestigd, gaf hun de overtuiging, dat voor het ontstaan van miltvuur een bepaalde soort van bacteriën, bacillus anthracis, wordt vereischt. Deze bacillus was trouwens van den in hooi-aftreksel voorkomenden bacillus subtilis niet te onderscheiden. Proeven van PAUL BERT hebben buitendien geleerd, dat bloed van dieren aan miltvuur lijdende, waarin de bacteridiën (DAVAINE) door zuurstof van hooge spanning zijn gedood, zijne vergiftige eigenschappen niet verloren heeft.

Het gewicht dier onderzoekingen zal zeker door niemand ontkend worden; vraagt men echter of de uitkomsten reeds die beteekenis bezitten, die daaraan is toegekend, dan moet worden toegegeven, dat eigenlijk slechts een hooge graad van waarschijnlijkheid en geenszins wetenschappelijke zekerheid verkregen is.

Nagenoeg alle onderzoekingen, die bacteriën of verwante microscopische organismen tot onderwerp hebben, zijn trouwens met buitengewone zwarigheden verbonden, die voornamelijk hun grond hebben in de minimale grootte, in het weerstand-biedend vermogen tegen allerlei invloeden en in de snelle vermenigvuldiging dier organismen. Daaraan is het dan ook te wijten, dat de tot nog toe verrichte onderzoekingen zoo weinig te vertrouwen uitkomsten hebben opgeleverd ten aanzien van het beweerde verband, dat er tusschen sommige besmettelijke ziekten en bepaalde vormen van bacteriën zou bestaan.

De meeste bacteriën zijn zoo klein, dat zij slechts met de sterkste vergrootingen onzer microscopen duidelijk kunnen gezien

worden. En zelfs dan vertoonen zij zich nog zoo uitermate klein, dat men hoogstens den vorm maar verder niets er aan onderscheiden kan. Hieruit ontspringen reeds tal van bezwaren.

In de eerste plaats wordt het dikwijls hoogst moeilijk, ja onmogelijk, om over de al of niet aanwezigheid van bacteriën in eenig medium, b. v. een droppel vloeistof, te beslissen. Immers wanneer daarin slechts weinige exemplaren voorhanden zijn, zullen deze ook aan de meest zorgvuldige microscopische waarneming kunnen en dikwijls moeten ontsnappen. Hierbij komt dat bacteriën, die zich niet levendig bewegen of vermeerderen, van levenlooze, ook anorganische deeltjes niet steeds met zekerheid kunnen onderscheiden worden, tenzij ze, wat lang niet altijd het geval is, in grooten getale, of tot karakteristieke groepen (b. v. gliacoccus, petalococcus) vereenigd, in het object aanwezig zijn. Een verder bezwaar, dat uit de minimale grootte voortspruit, is de onmogelijkheid om omtrent het al of niet bestaan van soortelijke verschillen zekerheid te verkrijgen. Het zal dikwijls onmogelijk zijn te beslissen of twee of meer onder dezelfde of verschillende voorwaarden waargenomen vormen identisch zijn of tot verschillende soorten behooren, te meer omdat het zoo goed als onmogelijk is, door onderzoekingen op geïsoleerde individu's — de eenige weg die tot volkomen zekerheid leiden kan — uit te maken, hoe de eene of andere vorm zich onder verschillende voorwaarden wijzigen, of wel ontwikkelen, kan.

Aangaande het weerstand-biedend vermogen der bacteriën tegenover schadelijke invloeden zal het voldoende zijn op twee punten te wijzen: den invloed van het uitdroogen en dien van het verhitten.

Evenals de meeste andere microscopische organismen, kunnen de bacteriën geheel en al verdroogen, als stofdeeltjes door de lucht worden medegevoerd en in dien toestand langen tijd — sommigen misschien vele jaren lang — levend of althans voor herleving vatbaar blijven. Inderdaad zijn, zooals o. a. PASTEUR en TYNDALL hebben bewezen, de nagenoeg onzichtbaar kleine stofdeeltjes, die overal in de lucht in menigte rondzweven, voor een goed deel dergelijke microscopische organismen, die, zoodra zij in een adaequaat vochtig medium geraken,

herleven. Ieder voorwerp, elke droppel vloeistof, die met lucht in aanraking is of — hoe kort ook — er mede in aanraking was, kan dientengevolge bedeeld zijn met genoemde wezens. Aangezien het nu meestal onmogelijk is te beletten, dat er lucht bij het object komt dat men op bacteriën wenscht te onderzoeken, of die lucht vóór het toetreden tot het object van organische kiemen te bevrijden (door haar b. v. te gloeien of door watten te filtreeren), zoo spreekt het van zelf, dat het soms onmogelijk zal zijn om, als er bacteriën gevonden worden, te beslissen, of deze reeds oorspronkelijk in het object voorhanden waren, of eerst door de lucht er bijgekomen zijn.

Velen hebben gemeend in het koken der praeparaten een even gemakkelijk als afdoend middel te bezitten om de misschien aanwezige bacteriën te dooden en zoodoende te elimineeren. Wat er na het koken levend gevonden werd, zoude dan later van buiten ingedrongen of, zoo dit niet mogelijk was, door abiogenesis ontstaan moeten zijn. Inderdaad heeft men nog onlangs in het verschijnen van levende bacteriën in afgesloten en daarna gekookte vloeistoffen een experimenteel bewijs voor het bestaan van abiogenesis willen zien. Het is evenwel een feit, dat verwarming gedurende korten tijd zelfs tot boven de kookhitte niet noodzakelijk alle bacteriën doodt.

Welke zwarigheden eindelijk uit het buitengewoon groot voortplantings-vermogen der bacteriën kunnen ontspringen, zal men begrijpen, wanneer men er aan denkt, dat onder gunstige voorwaarden uit eenige weinige exemplaren dier organismen binnen twee tot drie uren door herhaalde verdeeling millioenen van hunne gelijken kunnen ontstaan. Een oorspronkelijk van bacteriën vrije of langs den een of anderen weg van bacteriën bevrijde massa zal dus, al wordt zij slechts door een of weinige kiemen besmet, wat meestal niet te voorkomen is, na korten tijd eene groote menigte bacteriën kunnen vertoonen. Het gevaar zal zich dus dikwijls kunnen opdoen, massa's die in 't geheel geen levende bacteriën bevatten, voor zeer rijk daaraan te houden; hetgeen dan inderdaad ook reeds meer dan eens gebeurd is.

Neemt men in aanmerking, dat de hier opgesomde zwarigheden zich bij nagenoeg elk onderzoek allen tegelijk of achter-

volgens voordoen, dan is het niet noodig nog op de bijzondere moeilijkheden de aandacht te vestigen, die buitendien aan ieder bijzonder geval eigen zijn: ook zonder dat zal het geen verwondering baren, dat ons weten aangaande de bacteriën, en de rol die zij in de huishouding der organische natuur spelen, nog zoo weinig voldoende is.

Uit het medegedeelde blijkt eensdeels, dat door rotting van eiwitachtige stoffen, die in vuilnis van organischen oorsprong wel nimmer zullen ontbreken, schadelijke, scheikundige verbindingen zich kunnen vormen, en tevens dat er wellicht onder de laagste organismen eenige zijn, die met zekere ziekten in nader verband staan, maar anderdeels blijkt, dat de bestanddeelen, die de schadelijkheid bepalen voor de openbare gezondheid van het vuil van organischen oorsprong, dat in de steden wordt voortgebracht, niet nader bekend zijn en daaromtrent dus niets met zekerheid te zeggen is.

Op de eerste der twee door Uwe Excellentie gestelde vragen kan dus geen bevredigend antwoord worden gegeven, en de Nat. Afd. der Kon. Akad. v. Wetensch. vertrouwt, dat ook voldoende gebleken zal zijn, waarom een onderzoek, zooals dat door den Burgem. van Amsterdam gewenscht werd, niet de vruchten kan afwerpen, die men daarvan verwacht.

De praktijk verlangt een duidelijk voorschrift, dat op wetenschappelijke gronden steunt, maar daarvoor is een volledige kennis noodig van alle verschijnselen, die met de zaak in verband staan. Die volledige kennis kan hier, zooals op elk ander gebied, slechts door nauwgezet en volhardend onderzoek worden verkregen. Daarvoor is in de eerste plaats noodig het stellen van scherp geformuleerde vragen van geringen omvang, die voor beantwoording vatbaar zijn. Die weg is lang, maar het is de eenige, die zeker tot het doel leidt Om slechts één enkel punt tot klaarheid te brengen, zal allicht het werk van jaren worden vereischt. Zoo werden door KOCH aan het onderzoek omtrent het miltvuur, waarbij ten slotte toch slechts een hooge graad van waarschijnlijkheid en geen zekerheid verkregen werd, verscheidene jaren besteed.

Kan nu op de eerste vraag slechts een onvolledig antwoord

worden gegeven, dan kan ook op de tweede vraag geen bevredigend antwoord worden verwacht.

Om te weten in welke mate en in welke richting de schadelijke eigenschappen van organische vuilnis worden gewijzigd onder de natuurlijke invloeden en de bewerkingen, waaraan die vuilnis tijdens de voortbrenging, verzameling en verwijdering blootgesteld is, zou men de bestanddeelen waarop het aankomt, eerst moeten kennen.

De onderzoekingen omtrent de waarneembare veranderingen, die vuilnis van organischen oorsprong ondergaat, hetzij bij blootstelling aan de lucht, hetzij bij vermenging met andere stoffen, zijn nog vrij onvolledig. Al ziet men bij toevoeging van desinfecteerende middelen, zooals carbolzuur, de rotting ophouden, de lagere organismen sterven en den stank verdwijnen, al weet men dat na vermenging van rottende zelfstandigheden met poreuze stoffen, zooals koolpoeder of bouwaarde, geen stank meer wordt waargenomen, en dat dan bij aanraking met water en lucht eene langzame vertering der organische stof zonder verdere rotting tot stand komt, zoo mag men daaraan toch nog volstrekt niet het recht ontleenen tot de uitspraak, dat alle nadeelige bestanddeelen, die in de vuilnis aanwezig waren, daardoor hunne schadelijkheid zouden verliezen. Het ophouden der voor onze zintuigen hinderlijke verschijnselen van rotting mag ons niet misleiden. Sommige der schadelijke rottings-producten bieden zelfs tegen sterke scheikundige reagentia weerstand, en worden ook door verhitting niet vernietigd, zooals dat uit het straks vermelde onderzoek van PANUM opnieuw gebleken is, en omtrent de smetstoffen van contagieuze ziekten weten wij, dat enkele hare werkzaamheid zeer spoedig verliezen, terwijl andere jaren lang werkzaam kunnen blijven.

De Nat. Afd. der Kon. Akad. van Wetensch. heeft het noodig geacht er met nadruk op te wijzen, dat de oplossing der ingewikkelde en omvangrijke kwestie niet door één opzettelijk daartoe in het werk gesteld onderzoek kan worden bemachtigd. Het ligt echter geenszins in hare bedoeling om van onderzoekingen op dit gebied in den straks genoemden zin af te houden. Zij zou integendeel veeleer daartoe willen opwekken, en zou het gaarne zien, indien de Regeering alle haar ten dienste staande

middelen wilde aanwenden om dergelijk onderzoek te bevorderen. De wetenschap zoowel als de volksgezondheid zouden daardoor gebaat worden, want de vruchten, die men er van hopen mag, mogen langzaam rijpen, uitblijven zullen zij niet.

Ten slotte voelt zich de Afdeeling nog gedrongen op te merken, dat het gebrekkige onzer kennis van „de eigenschappen „die de schadelijkheid bepalen van het vuil van organischen oorsprong" geenszins tot zorgeloosheid en werkeloosheid leiden mag. De wetenschap moge nog weinig licht geven omtrent den aard der schadelijke stoffen, nog niet kunnen ophelderen *hoe* daardoor ziekten ontstaan — *dat* organische vuilnis, van welken oorsprong ook, gevaarlijk voor de gezondheid worden kan, mag niet worden betwijfeld.

Daaruit vloeit van zelf voort, dat in het belang der volksgezondheid er voor gezorgd moet worden, dat geen mogelijk schadelijke bestanddeelen der vuilnis, hetzij door de lucht, hetzij met voedsels of dranken, in het menschelijk lichaam geraken.

De Commissie voornoemd:

J. ZEEMAN, *President.*
TH. W. ENGELMANN.
TH. H. MAC GILLAVRY.
J. W. GUNNING.
W. KOSTER.
A. C. OUDEMANS JR.
W. F. R. SURINGAR.
T. PLACE, *Secretaris.*

DERDE MEDEDEELING

OMTRENT DE

AFRIKAANSCHE PIJL-VERGIFTEN.

DOOR

A. W. M. VAN HASSELT.

Van ouds tot in onze dagen wordt dikwijls gesproken van vergiftigde „wapenen", dolken, krissen, lansen, enz. Het bestaan daarvan is volstrekt niet onmogelijk, doch mij zijn vergiften. aan tal van bovengenoemde wapenen toegeschreven, nimmer, dan met ééne uitzondering, eener Dajak'sche lans, gebleken voor te komen. Een dolk- of kris-stoot is, even als een wel aangebrachte lans-steek, op zich zelve veelal reeds voldoende, om levensgevaarlijke verwonding daar te stellen; vergift kan hier als overbodig worden geacht, en zoude, aan snijdende, scherpe werktuigen, ook veel te gevaarlijk zijn voor den, deels naakten, wapendrager zelven, even als voor diens bevriende omgeving.

Pijlen daarentegen, in goed gesloten of diepe kokers voorzichtig bewaard, werden, van de vroegste eeuwen af tot nog op dezen tijd, zeer dikwijls met vergift mengsels van velerlei aard bedeeld. Inzonderheid van die kleinere soorten, welke uit roeren worden geblazen, zoo in de oude als in de nieuwe wereld, vooral Azië en Zuid-Amerika, is onze kennis ver gevorderd en wordt daaraan althans, in de laatste jaren, schier niets nieuws toegevoegd. De moederplanten, de wijze van bereiding, de scheikundige beginselen, de toxicologische werkingswijze van

dezen, van de z. g. *blaaspijltjes*, — in onze Oost-Indiën met oepas radja of oepas antsjar, in de binnenlanden van Guyana en Brazilië met curare bestreken, — zijn thans vrij algemeen bekend. Langen tijd scheen het mij zelfs, dat deze, in onze eeuw, de eenige soort van vergiftigde wapenen uitmaakten, en dat zij als het ware de vergiftigde *boogpijlen* der Ouden geheel hadden verdrongen. Het nog voortbestaan der laatstgenoemden echter bleek mij, vele jaren herwaarts, het allereerst voor Zuid-Amerika, van waar ik, van den Offic. v. Gez. PETERS, der marine, eenige met „woorara" (*curare*) dik bestreken boogpijlen verkreeg, gewone pijlen, doch bij sommigen voorzien met losse punten, vervaardigd uit den met fijne weêrhaken voorzienen staart-stekel der *Raja* (*Trygon*) *pastinaca* L. Sommige Indiaansche stammen zouden dergelijke, ook in hunne onderlinge oorlogen hebben gebezigd, er een „zevental" van afschietende, alvorens handgemeen te worden. Tot in 1858 vernam noch las ik verder niets anders over gift-boogpijlen. De Offic. v. Gez. der marine MOEBLANT leerde mij toen het voorkomen daarvan ook op de Poggi-eilanden kennen, ten volgenden jare, na de catastrophe van eenigen onzer schepelingen, zoo moedig bevestigd door den Offic. v. Gez. der marine, VERNHOUT, voor de Mentaweh-eilanden, beiden langs de Zuidwestkust van Sumatra gelegen. In Deel VIII en XI van de *Verslagen der Akademie* heb ik destijds daarover twee mededeelingen gegeven. Deze pijlen waren hoogst eenvoudig van vorm, mede met losse, houten, spitsen, en bleken mij *oepas antsjar*-houdend te zijn. Hierop verliepen elf jaren, voor dat ik iets meer over het gebruik van boog-pijlen te weten kwam, sedert uitsluitend uit Afrika, in welk werelddeel, bij bevreemdende tegenstelling, *geene* vergiftige blaas-pijlen schijnen te worden gebruikt. In 1870, namelijk, ontving ik van den heer BRIEDÉ, uit de Kaap de Goede Hoop, vergiftigde boogpijlen der *Bosjesmans* uit de Kaapsche binnenlanden, omstreken der Hartebeestrivier. Het waren rieten pijlen, weder met losse, driehoekige, doch ijzeren punten. Het vergift was uitgestreken op het riet, niet op het ijzer. Ik ontdekte toen, bij toeval, dat dergelijken, voor Hottentotten uit den omtrek der Oranje-rivier, reeds veel vroeger, in 1832, door een' Hoogduitschen reiziger, KREBS, waren gezien en door zijn' broeder

afgebeeld en onderzocht. Diens onderzoekingen, voor zijn' tijd niet onverdienstelijk, werden nu door den heer KOOIJKER en mij aangevuld, en kwamen wij tot de ontdekking, dat het pijlvergift der Bosjesmans tot de *hartvergiften* behoort, wier werkingswijze met die der *antiarine* de grootste overeenkomst vertoont. Daarover gaf ik eene Bijdrage in de 2de reeks onzer *Verslagen en Mededeelingen*, Deel VI. Kort daarop ontving ik een beleefd schrijven van den heer FRASER, uit Edinburgh, waaruit mij bleek, dat hij, iets vroeger, meer uitvoerige proeven in het werk had gesteld, met zeer analoge Afrikaansche Neger-pijlvergiften uit Kombé en Zanzibar (West- en Oost-Afrika), die insgelijks bleken als sterke z. g. „Herzgifte" werkzaam te zijn. Daarenboven deed hij de belangrijke ontdekking van de moederplant dezer pijlvergiften, t. w. den *Strophanthus Kombé* OLIVER. Verdere bijzonderheden diensaangaande had ik de eer, aan de Akademie te doen kennen door eene Tweede mededeeling in onze *Verslagen*, 2de reeks, Deel VII, verschenen in 1873. Sedert dat jaar kwam mij verder over dit onderwerp niets ter oore.

Het was in het begin dezes jaars, dat ik het voorregt had, van den heer F. W. VAN EEDEN, secretaris der *Nederlandsche Maatschappij tot bevordering van nijverheid*, te Haarlem, een pijl koker met vergiftigde Afrikaansche boog-pijlen, ter fine van onderzoek en berigt, te mogen ontvangen. Deze waren afkomstig uit eene andere streek van Zuid-Afrika. Z.Ed. schreef mij, deze voorwerpen, onder andere bijdragen voor het Koloniaal Museum te dier stede, te hebben gekregen van zijnen zwager, den heer N. J. VAN WARMELO, predikant te Heidelberg in de (nu helaas! wijlen) *Transvaalsche* Republiek. Deze had ze op zijne beurt ten geschenke van den heer PAUL MAREE, mede daar te lande gevestigd.

Deze toezending was oorspronkelijk verkregen van een *Kaffer*-stam, in den omtrek der genoemde Zuid-Afrikaansche „Vrij"-Staat levende, misschien wel van de tegenwoordig zoo berucht geworden oorlogzuchtige *Zoeloe*-Kaffers.

Zij boezemde mij des te meer hooge belangstelling in, dewijl ik in eene mijner vorige mededeelingen over de Afrikaansche pijl-vergiften gemeend had, te mogen uitspreken, „dat de *Kaffer*-

„stammen, in de Kustlanden van Afrika, er geen gebruik meer „van schenen te maken." Ik had gelezen, dat deze, meer ontwikkeld, ze niet meer bezigden, maar geheel aan de nog meer verwilderde Hottentotten der binnenlanden overlieten, die niet, zoo als zij, van de Engelschen, geweren genoeg ten gebruike ontvingen. Waarschijnlijk verkiezen de Kaffers de laatsten dan ook, in den regel, tegenwoordig voor oorlogs-gebruik, althans in hunne onlangs beschreven gevechten met de „Boërs", werd wel gewag gemaakt van doodelijke geschoten wonden, niet van pijlverwondingen.

Bijzonderheden omtrent botanische afkomst en bereidingswijze van dit pijl-vergift ontbraken; ik moest mij alzoo weder tot het onderzoek der toegezonden voorwerpen zelven bepalen, die mij intusschen hoogst welkom waren, zoodat ik gaarne deze gelegenheid aangrijp, den geachten en voor natuuronderzoek der tropische gewesten zoo volijverigen geleerde mijnen besten dank, ook hier, te betuigen.

1°. De *pijlkoker*.

Bewaren de Bosjesmans hunne giftige boogpijlen in gewone kokers, uit dikke plantenstengels vervaardigd, — onder anderen die van *Aloë dichotoma*, misschien deswegens wel eens „kokerboom" genoemd —, de onderzochte Kaffer-pijlen waren bevat in een' langwerpigen zak van dieren-huid. Oppervlakkig heeft deze in kleur en beharing veel van herten-huid, doch, naar ik meen, wordt het eigenlijk gezegde geslacht *Cervus* niet in Afrika aangetroffen. Meer vermoedelijk zal dus deze pijlkoker afkomstig zijn van het vel der eene of andere *Antilope*-soort (oreas, euchore, strepsiceros of anderen), wier huidkleur althans min of meer overeenkomst heeft met die aan dezen koker waar te nemen. Van boven is er in den vorm eener lis, een riem aan bevestigd, met welke hij, — even als die der Bosjesmans, — waarschijnlijk over den linker schouder wordt opgehangen.

2°. De *pijlen*.

Deze Kaffer-pijlen, van bijna 1 Ned. el lengte, zijn uit twee stukken zamengesteld. Het onderstuk, bestaande uit eene stevige riet-soort, meet gemiddeld ruim 70 centimeters. Dit bezit aan het beneden-einde eene inkeeping en eene ligte veder-

bekleeding. Het boven-einde is hol en draagt het opzetstuk, de pijl-spits, zeer vast daaraan bevestigd, Dit boven-stuk is geheel van zwaar, rolrond ijzer en heeft eene lengte van ruim 20 centimeters. Naar voren eindigt de cylinder in eene verbreede, lancet-vormige, twee-snijdende punt, met twee lange, zware weerhaken. De ijzeren, mes-vormige spits zit hier dus vast aan het lichaam der staaf of schacht en is niet los ingevoegd, zoo als het driehoekig stuk ijzer, boven aan de houten Bosjesmans-pijlen ingekeept. De eenigzins roestige punt schijnt, reeds op het eerste gezicht, niet met vergiftmassa bestreken te zijn, doch deze bevindt zich, in des te ruimer mate, rondom den cylinder vormigen schaft, in eene dikke laag, over de geheele lengte tot aan het rieten onderstuk.

3°. Het *pijl-vergift*

Dit is van eene geel-bruine kleur, echter minder donker of zwartachtig dan dat der Bosjesmans. Het is uitwendig eene harde, eenigzins ruwe, als korrelachtige stof, met het aanzien van gedroogde klei. Zeer moeielijk af te schrapen, moet het met kracht van het ijzer worden afgesneden, zijnde de vergiftmassa zeer vast en taai, als van eene harde gomhars. LICHTENSTEIN heeft dan ook reeds aangegeven, althans voor de Hottentotten of Bosjesmans, dat die bij de bereiding van hun pijlvergift een ruim gebruik maken van het latex van onderscheidene *Euphorbia*-soorten. Hiermede overeenstemmend, neemt de afgeschrapte massa, bij bevochtiging met water, een half lactesceerend of geleiachtig voorkomen aan. Voor scheikundig onderzoek was geene voldoende hoeveelheid, na het verbruik voor de dierproeven, overgebleven.

Onder de vergiftigde boog-pijlen mij vroeger bekend, zoo die der Indianen en der Pogginezen, als die der Bosjesmans, zag ik er geen die zulk een gevaarlijk wapen daarstellen, als deze Kaffer-pijlen. Niet alleen omdat zij, om zoo te zeggen, van veel zwaarder kaliber zijn en daardoor een grooter indringingsvermogen bezitten, ook niet omdat zij zoo buitengemeen rijk bedeeld zijn met vergiftmassa, maar vooral om de inrichting van het bovenstuk. Dit toch heeft geene afzonderlijke, losse spits, — die, in den regel, bij de overigen, insgelijks weinig of niet met het pijl-vergif is bestreken en dus veel minder gevaarlijk is bij

het terugblijven in de wonde, terwijl de bij allen rijkelijk daarmede bedeelde pijl-schachten zelve gemakkelijk terstond kunnen worden uitgetrokken, — maar vormt, van onder de punt tot aan het onderstuk, één zwaar vergiftigd ijzeren geheel, dat, wegens de lange en breede weerhaken, niet uit de wonde kan worden verwijderd. Ofschoon ook elders in Afrika de vergiftigde boog-pijlen zeer veelvuldig, hier en daar zelfs uitsluitend, gezegd worden tot jagt-gebruik te dienen, op antilópen, giraffen, olifanten, enz., — waarbij de pijl dit voordeel heeft boven de vuurwapenen, dat zij geen doordringend geluid maakt, — beschouw ik de onderhavige Kaffer-pijlen dan ook meer bepaald als voor oorlogs-gebruik bestemd. De gewezen Hollandsche „Boërs" mogen van geluk spreken, daarmede, in hunnen jongsten oorlog met de Kaffers onder SECOENOENI, geene kennis te hebben gemaakt.

Verder heeft het onderzoek dezer Kaffer-pijlen mij van eene oude dwaling omtrent dit onderwerp, althans ten deele, genezen. Tot hiertoe hadden alle nasporingen mij geleerd, dat pijl-vergiften *niet* voorkwamen aan *ijzeren* oorlogs- of jagt-wapenen der tropische landen. Steeds had ik, te vergeefs, beproefd, door zoodanigen vergiftigings-verschijnselen op te wekken. Ook theoretisch meende ik, dat, al werden die er aanvankelijk mede bedeeld, zij die spoedig moesten verliezen. Het pijl-vergift kon bezwaarlijk blijvend aan 't metaal kleven; dit moest door het water en de plantenzuren spoedig worden aangegrepen; met het gevormde ijzer- of koper-roest moest dan het vergift weldra van de metalen onderlaag afbladeren. De onderzochte Kaffer-pijlen nu schenen eene bepaalde uitzondering op dezen regel te maken. Hoewel, als altijd, de ijzeren punt geen vergift scheen te dragen, bevond zich dit, — en wel zeer vast aangehecht, zonder eenige neiging tot afschilfering, — rondom den daarmede verbonden ijzeren pijl-schacht, in volkomen geconserveerden staat, even goed als men het anders op hout, bamboes, of vischgraat, na jaren, aangekleefd vindt. Bijna echter had ik hier eene voor dit vraagstuk hoogst opmerkingswaardige bijzonderheid over het hoofd gezien. Eerst bij het behandelen van het laatste exemplaar dezer pijlen, waarvan ik nog een weinig pijl-vergift afschraapte, om dit afzonderlijk te bewaren, ontdekte ik, dat de

praktijk der Kaffers, onbewust, in harmonie bleek te zijn met de theorie der wetenschap. Ik bevond, namelijk, dat de onmiddellijke aanraking van het pijl-vergift met de ijzeren pijlschacht door hen was voorkomen door het omwikkelen van de laatste, in spiraalvormige gangen, met smalle reepjes eener plantaardige onderlaag, van bast-vezelen en draden, als tusschenstof tusschen het vergift en het metaal!

4°. Het *toxicologisch* onderzoek.

Persoonlijk niet meer in de gelegenheid gesteld, de daarvoor noodige dierproeven te bewerkstelligen, heb ik den heer Dr. VAN BRAAM HOUCKGEEST, Offic. v. Gez. der 1e kl., bij het onderwijs der militaire studenten te Amsterdam, verzocht, dit onderzoek voor mij te willen verrichten. Z.Ed. heeft de bereidwilligheid gehad, daartoe, in het Physiologisch Laboratorium van het Athenaeum Illustre, terstond over te gaan, en het is aan zijn' talentvollen arbeid — waarvoor hem ook bij deze gelegenheid mijne bijzondere erkentelijkheid wordt toegebracht —, te danken, dat ik mij in staat zie gesteld, eene zeker niet onbelangrijke bijdrage over de *physiologische* werkingswijze van het Kaffer pijl-vergift in mijne mededeeling te kunnen opnemen. In deze wensch ik mij slechts tot de algemeene uitkomsten te bepalen, daar de heer VAN BRAAM zich heeft voorgesteld, verdere bijzonderheden zelf te publiceeren in het *Nederlandsch militair geneeskundig Archief* voor 1877.

Met uitzondering van een tweetal proeven op konijnen, — die de overigens op kikvorschen verkregen resultaten, in de hoofdzaak, schenen te bevestigen — werden de laatstgenoemden uitsluitend als proef-dieren verkozen en werd het experimenteel onderzoek, op grond der bestaande antecedenten, voornamelijk op het *hart* gerigt.

De lancetvormige pijlspits zelve vertoonde geene toxische werking, die zich des te krachtiger openbaarde bij het aanbrengen der geel-bruine massa, die beneden deze, over de geheele ijzeren pijl-schacht was uitgestreken.

Deze werd afgeschraapt, in eene zeer slappe keukenzout-oplossing geweekt en werden eenige droppels der aldus verkregen, somtijds vooraf gefiltreerde, solutie, op verschillende wijzen aangebracht, nadat het hart vooraf op de gewone wijze voorzichtig

was blootgelegd. Ter vergelijkende contrôle geschiedde dit laatste telkenmale ook op niet vergiftigde dieren van evenredige grootte en kracht.

Terwijl bij de laatsten geene afwijkingen werden waargenomen en de hartslagen uren lang onveranderd bleven, begon het hart, bij de vergiftigde dieren, na onderhuidsche aanwending van zeer geringe doses, vrij geregeld, reeds na verloop van 10 minuten ongeveer, te worden aangedaan en stond het, gemiddeld na verloop van $\frac{1}{2}$ uur, in kamer-*systole*, — althans met bloedledige ventrikels, — doch bij nog gevulde sinus, — stil. Na ééne inspuiting eener iets grootere hoeveelheid direkt in de holte van het hart werd eens reeds na 4 minuten volkomen stilstand verkregen. Bij andere kikvorschen werd het hart uitgepraepareerd en in een horologie-glas met pijl-vergif-oplossing ondergedompeld. Ook dan volgde een overeenkomstig resultaat, doch betrekkelijk iets later dan bij de vergiftiging onder de huid.

In alle gevallen werd de normale rhythmische opeenvolging der bewegings-perioden van de verschillende gedeelten van het hart (ventrikels en sinus) zeer spoedig verbroken, en namen de zamentrekkingen der hartekamers spoediger af dan die der boezems. De laatsten werkten standvastig nog eenigen tijd, meer of minder volkomen, door, nadat de eersten reeds geheel tot rust waren geraakt. Onmiddellijk na volkomen spontanen stilstand, werden mechanische prikkels of inductiestroomen, hetzij op de ventrikels, hetzij op de sinus, aangebracht en bleek daarbij, dat, — met eenig verschil naar de grootere of kleinere doses, en naar den korteren of langeren duur der eindwerking, ten nadeele van de laatstgenoemde factoren, — nog gedurende eenige seconden of minuten, hoogstens bijna 2 minuten, wel is waar weldra in intensiteit verzwakkende, maar toch duidelijk waarneembare, contracties kunstmatig konden worden opgewekt.

Voorts werd gezien, dat de willekeurige spieren een' betrekkelijk langen tijd na den geheelen stilstand van het hart hunne werkdadigheid behielden, en dat de ademhalings-bewegingen vrij geregeld voortduurden De reflexprikkelbaarheid echter nam betrekkelijk spoedig in meer of minder sterke mate af.

Blijkbaar alzoo behoort ook het pijl-vergift der Kaffers tot de *hart-vergiften*. Het is intusschen bekend, dat deze, wat hunne

physiologische werkingswijze betreft, op eene zeer gecompliceerde schaal, onderling in aard kunnen verschillen, naarmate òf de spierzelfstandigheid van het hart zelve, òf het eigen zenuwstelsel in dit orgaan, òf de nervus vagus (centraal of peripherisch), òf de vasomotorische zenuwen, òf wel dezen of geenen hunner gelijktijdig, er door worden aangedaan, hetzij overprikkeld, hetzij rechtstreeks verlamd, waarover onder anderen BÖHM, *Ueber Herzgifte*, Wurzburg, 1871, is te raadplegen.

Naar aanleiding nu van positieve waarneming en negatieve inductie, — waaruit het den heer VAN BRAAM bleek, dat dit pijlvergif niet prikkelend werkt op het vagus-centrum (waarbij het cor stilstaat in diastole), ook niet verlammend op het vasomotorisch centrum (waarbij vergelijkende proeven, in den zin van het GOLTZ'sche experiment, bij horizontalen en verticalen stand der proefdieren, werden bewerkstelligd), en dat het de hartspier zelve ook niet rechtstreeks paralyseert (daar altijd nog eenige reactie op mechanische en galvanische prikkels overbleef), — kwam hij tot het besluit, dat het zijne werking uitoefent op het *eigen zenuwapparaat in het hart*, welks excitomotorische gangliën er door worden verlamd.

In dit laatste opzicht alleen verschilt het resultaat van VAN BRAAM van dat van FRASER voor het *Kombé*-pijl-vergift. Deze toch heeft daarbij de overblijvende terugwerkingsvatbaarheid van het tot stilstand geraakte hart voor werktuigelijke en electrische irritatie *niet* waargenomen, en concludeerde voor het zijne dus tot direkte werking op de hartspier-zelfstandigheid zelve. Het is nogtans mogelijk, òf dat de hier bedoelde prikkelvatbaarheid, — als zeer snel voorbijgaande en soms niet dan door vrij sterke inductie-stroomen aan te toonen, — aan FRASER's aandacht is ontsnapt, òf dat hij met zwakkere vergift-doses heeft gewerkt, bij welken de dood van het hart betrekkelijk later volgt, in welk geval de reactie ook door VAN BRAAM slechts zeer onvoldoende werd verkregen en slechts gedurende een zeer korten tijd, òf wel, dat het *Kaffer*-pijl-vergift een wel overeenkomstig, maar niet volkomen gelijkaardig hoofdbestanddeel bezit, als dat van *Kombé*.

Wat ten dezen opzichte aangaat het door KOOIJKER en mij vroeger, — zij het dan ook op veel eenvoudiger schaal en met

veel minder physiologische naauwkeurigheid — onderzochte pijl-vergift der *Bosjesmans*, de werkingswijze dáárvan stemde, in de hoofdzaken, ten volle overeen met dat der Kaffers. Immers ook wij namen waar: dat de functies der willekeurige spieren, even als de ademhalingsbewegingen, langen tijd voortbestaan, — dat de kamers spoediger dan de boezems tot stilstand geraken, — dat de eersten in systole, de laatste in diastole tot rust komen, — en, wat vooral belangrijk is in betrekking tot het punt van verschil tusschen VAN BRAAM en FRASER, dat zamentrekkingen van het schijnbaar reeds voor goed stilstaande hart meermalen alleen reeds door ligte mechanische aanraking („spelden-prikjes"), duidelijk nog, voor een' korten tijd, konden worden opgewekt.

Daarentegen schijnt het Kaffer-pijl-vergift dat der Bosjesmans in *spoed* en *kracht* van inwerking aanzienlijk te overtreffen, zoo als uit vergelijking onzer mededeeling met die van VAN BRAAM kan worden opgemerkt. Door het eerste werd het hart, in den regel, reeds na verloop van een ½ uur, door het laatste niet dan na 2 à 3 uren tot volkomen stilstand gebracht. Zoude tot dit verschil misschien hebben bijgedragen, dat VAN BRAAM zijne proeven nam met eene keukenzouthoudende, waterige „*oplossing*" *), terwijl wij ons pijl-vergift, door met veel water verdund azijnzuur, slechts tot eene „*brei*" of gelei verweekt, onder de huid aanbrachten? Of zou het ook kunnen worden verklaard, doordien de onderzochte Kaffer-pijlen (tijdens de oneenigheden met de Boeren verkregen) *oorlogs*-pijlen zijn geweest, in tegenoverstelling van die der Bosjesmans mij vroeger in tijd van vrede toegezonden en welke hoogst waarschijnlijk voor *jagt*-gebruik waren bestemd. Immers men beweert voor vele pijlenbezigende aborigines in verschillende werelddeelen, dat zij voor hunne jagt-pijlen veelal minder hevig werkende variëteiten hunner respectieve pijl-vergiften verkiezen, dan voor hunne oorlogspijlen. Of waren wellicht de pijlen des Bosjesmans van oudere

*) VAN BRAAM vond, dat het werkzaam beginsel dezer Kaffer-pijlen ook oplosbaar is in *alcohol*, even als door FRASER voor diens „*strophanthine*" was waargenomen.

dagteekening en die der Kaffers eerst onlangs met versch ver gift bedeeld? Wat de laatste stelling betreft moet ik echter zelf opmerken, dat goed bereid en bewaard pijl-vergift in den regel zijne doodelijke krachten merkwaardig lang behoudt. Voor pijl-vergiften van allerlei soort en ouderdom heb ik dit vroeger herhaalde malen bevestigd gevonden. Onder anderen vertoonden zich met *curare* bedeelde blaaspijltjes, afkomstig uit de collectie van het *Zeeuwsch Genootschap van Wetenschappen*, nog zeer krachtig werkzaam, niettegenstaande zij toen reeds veel meer dan eene halve eeuw oud waren.

Omtrent den schei- en plant-kundigen aard van het werk zaam beginsel der beide, hier te lande toxico-physiologisch onderzochte, Zuid Afrikaansche pijl-vergiften, verkeeren wij, ten slotte, — daar hetgeen hierover, in vroeger jaren, door KREBS en LICHTENSTEIN, voor dat der Bosjesmans-Hottentotten is medegedeeld, niet voldoende beantwoordt aan de eischen van den lateren tijd, — nog nagenoeg geheel in het onzekere. Het is mogelijk, zelfs niet geheel onwaarschijnlijk, dat dit hetzelfde is als de *strophanthine*, door FRASER in het Kombé pijl-vergift aangetoond, ofschoon over die vooronderstelling, — wegens het boven aangegeven, trouwens niet zeer groote, verschil in de uitkomsten der dier-proeven, — eenige twijfel blijft bestaan. En zelfs al kwamen ook de laatstgenoemde physiologische resultaten geheel en al overeen, dan nog zou men uit het experimenteel onderzoek alleen niet gerechtigd zijn tot het besluit, dat ook het Bosjesmans- en het Kaffer-pijl-vergift strophanthine bevatten. Immers er zijn bovendien reeds verscheidene andere principia activa en alcaloïden bekend, onder den collectief-naam van "Herz-gifte", die, hoezeer met eenige wijziging in den modus quo, toch eene onderling in vele opzichten overeenkomende werkingswijze op het kikvorschen-hart vertoonen, zoo als de *aconitine*, de *atropine*, de *antiarine*, de *delphinine*, de *digitaline*, de *veratrine*, enz. Om dus ten dezen tot zekerheid te geraken, zal ook hier noodzakelijk, behalve botanische nasporing, een complementair chemisch onderzoek gevorderd worden, zoo als door FRASER voor de zaden van *Strophanthus* is verricht.

Het mag wel opmerkelijk heeten, dat de tot hiertoe oorspron-

kelijk verkregen bijdragen tot de kennis der Afrikaansche boog-pijlen en pijl-vergiften geleverd zijn òf door Europeesche reizigers òf door dilettanten, zoo als door ARNOTT, BARTH, BRIEDÉ, CLAPPERTON, GRIFFON, VON HARNIER, KIRK, KREBS (senior), LICHTENSTEIN, LIVINGSTONE, MACKENZIE, PAUL MAREE en WARMELO, — doch dat, in bevreemdende tegenstelling hiermede, de geleerden ter plaatse, bijv. de medici, de pharmaceuten of andere beoefenaars der natuurkundige wetenschappen, zoowel in de Kaap de Goede Hoop en in Port-Natal, als in de Transvaal en de Oranje-Vrijstaat gevestigd, hunne aandacht nog nimmer aan dit onderwerp schijnen te hebben geschonken. Althans voor zooverre mij bekend is, werd van daar niets omtrent den natuurhistorischen oorsprong of de bereidingswijze der in hunne onmiddellijke nabijheid aangetroffen pijl-vergiften gepubliceerd. 't Is een wezenlijk desideratum voor de toxicologie, dat deze of gene deskundige in de genoemde Staten zich onledig mogt willen houden met het verschaffen van positieve kennis ook omtrent de in dit deel van Afrika voor het bereiden van pijl-vergiften bij de inlanders in gebruik zijnde ingrediënten. Wij bevelen dit onderwerp aan de aandacht der onlangs in de Kaapstad opgerichte „Zuid-Afrikaansche Philosophische Maatschappij."

Wat nu reeds, voor de Afrikaansche boog-pijl-vergiften in het algemeen, wetenschappelijk is geconstateerd, komt op het volgende neder:

1°. Allen, zoowel die uit de *Westelijke* en *Oostelijke*, als uit de *Zuidelijke* Distrikten van dit werelddeel, ontleenen, zonder onderscheid, hun toxisch vermogen aan sterk werkende *hart*-vergiften.

2°. In *Opper-* en *Neder-Guinée* wordt dezelfde moederplant, voor het bedoeld gebruik, verkozen als in *Zanzibar*, te weten de *Strophanthus Kombé*. Het werkzaam beginsel daarvan, reeds vroeger als een „hart-vergift" in algemeenen zin aangeduid (PELIKAN), schijnt een eigenlijk gezegd hart-*spier*-vergift te zijn (FRASER).

3°. Het pijl-vergift der *Bosjesmans* of der Zuid-Afrikaansche Hottentotten is, van botanische zijde, nog onbekend, doch het

werkt, physiologisch, analoog met het vorige en identisch met het volgende (KOOIJKER en VAN HASSELT).

4°. Over de plantkundige afkomst en de scheikundige geaardheid van het pijlvergift der *Kaffers* van Zuid-Afrika bestaan geene gegevens, doch ook dit behoort blijkbaar insgelijks tot de „Herzgifte", misschien van anderen oorsprong, als werkende meer op het eigen zenuwapparaat in het hart, dan wel op de hartspierzelfstandigheid zelve (VAN BRAAM HOUCKGEEST).

Den 26sten Mei, 1877.

ERRATA.

Blz. 190 r. 19 en 20 *staat:* Saccharose et glucose déterminées,
lees: Saccharose déterminée.

" 191 r. 18 *staat:* glucose,
lees: Saccharose au moyen de la liqueur cuprique (*a*).

werkt, physiologisch, analoog met het vorige en identisch met het volgende (KOOIJKER en VAN HASSELT).

4°. Over de plantkundige afkomst en de scheikundige geaardheid van het pijlvergift der *Kaffers* van Zuid-Afrika bestaan geene gegevens, doch ook dit behoort blijkbaar insgelijks tot de "Herzgifte", misschien van anderen oorsprong, als werkende meer op het eigen zenuwapparaat in het hart, dan wel op de hartspierzelfstandigheid zelve (VAN BRAAM HOUCKGEEST).

Den 26sten Mei, 1877.

VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.



VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

Afdeeling **NATUURKUNDE.**

TWEEDE REEKS.

TWAALFDE DEEL.



AMSTERDAM,
C. G. VAN DER POST.
1878.

INHOUD

VAN HET

TWAALFDE DEEL

TWEEDE REEKS.



VERSLAGEN.



MEDEDEELINGEN.

BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN

IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.

XII. Adriaan Anthonisz.

1. Het is bekend, dat onderscheidene der naderingsbreuken van $1:\pi$, als men deze in eene gedurige breuk ontwikkelt, ook op andere wijzen als benaderingen werden gevonden. Voor die kettingbreuk vindt men den betrekkingswijzer [3, 7, 15, 1, 292, 1, enz.] en daaruit voor de opeenvolgende naderingsbreuken.

$$\frac{1}{3},\ \frac{7}{22},\ \frac{106}{333},\ \frac{113}{355},\ \frac{33102}{103993},\ \text{enz.}$$

De eerste is slechts eene zeer grove benadering. De tweede is de verhouding van Archimedes, en heeft tot waarde 3, 1428, is dus bij twee decimalen zuiver. De vierde heeft tot waarde 3,1415929 en heeft derhalve zes juiste decimalen: zij draagt den naam van "verhouding van Metius". Het behoeft nauwelijks gezegd te worden, dat zij niet op de bovenstaande wijze werd afgeleid; maar hoe zij werd afgeleid was eene onbekende zaak; evenzeer wist men niet, wie haar had gevonden. Daaromtrent zijn de vreemdste gissingen te voorschijn gebracht, en is men tot velerhande gevolgtrekkingen gekomen. Laat ons zien, wat daarvan de oorzaak is: dit onderzoek zal ons tevens menige merkwaardige bijzonderheid leeren kennen. Wij willen

echter dadelijk uitgaan van de einduitkomst van dit onderzoek; dat deze benaderings-verhouding namelijk is gevonden door ADRIAAN ANTHONISZ., den vader van den beroemden ADRIANUS METIUS, Hoogleeraar te Franeker.

2. Deze ADRIAAN ANTHONISZ. werd te Metz geboren, omstreeks het jaar 1527. Hij kwam hier te lande in krijgsdienst, en wel bij het wapen der genie, waarbij hij in den tachtigjarigen oorlog groote diensten aan den lande bewees, zoo bij veldslagen tegen de Spanjaarden, als bij het belegeren en verdedigen van onderscheidene vestingen. Hij verkreeg toen den titel van „Sterckteboumeester der Vereenighde Nederlanden." In den jare 1573 werd hij tot „Burgermeester der stadt Alcmaer" benoemd; en overleed aldaar in den jare 1607. Hij was gehuwd met SUIDA Dirksdochter, uit het geslacht der VAN BREDERODES.

Onder zijne kinderen zijn er twee zoons zeer bekend geworden in de geschiedenis der wetenschappen. De eene heette ADRIAAN ADRIAANSZ, de andere JACOB ADRIAANSZ. Toen deze beide zoons te Leiden studeerden, verkregen zij den bijnaam van „Metius", omdat hun vader van Metz afkomstig was. Dezen bijnaam namen beide aan, zoodat zij bekend zijn geworden als ADRIAAN METIUS en JACOB METIUS.

De eerste werd den 9den December 1571 te Alkmaar geboren. Hij studeerde en promoveerde in de medicijnen; doch maakte steeds veel werk van zijne studiën in wiskunde. Dientengevolge ook werd hij in het jaar 1600 beroepen aan de Friesche Akademie te Franeker als Hoogleeraar in de wiskunde. Bij een tweeden druk van zijn „Manuale Arithmeticae et Geometriae Practicae", te Franeker in 1646 uitgegeven door „B. FULLENIUS, Matheseos Professor Ordinarius" noemt deze hem in het „TOTDEN LESER" „zijnen Antecessor ende Praeceptor in dese Faculteyt."

De hier genoemde opvolger B. FULLENIUS was een zwager van den zeer bekenden, om niet te zeggen befaamden, BALTHASAR BEKKER, leeraar der Doopsgezinden: hij speelde een rol in eene twist omtrent het vinden van Oost en West (het bepalen der lengte op zee, zoo als dit vraagstuk thans heet) van den wiskundige WILLEM LIEUWES GRAAF: waarop wij later misschien wel eens zullen terugkomen.

ADRIAAN METIUS bekleedde die betrekking tot aan zijnen dood, den 6^den September 1635; en schreef in dien tijd een groot getal werken, waarvan wij er enkele zullen moeten aanhalen bij het onderzoek, dat ons straks zal bezig houden.

Zijn broeder JACOB METIUS hield zich in 1606 te Alkmaar bezig met het slijpen van glazen voor verrekijkers, en heeft alzoo zekeren rol gespeeld bij hare uitvinding. Hij overleed tusschen 1624 en 1630 te Alkmaar.

3. Het eerste werk van ADRIAAN METIUS, waarmede wij te maken hebben, is zijn „Manuale Arithmeticae et Geometriae Practicae," dat reeds hierboven werd aangehaald. Dit werk kwam in 1633 te Franeker uit, en zijn opvolger B. FULLENIUS bezorgde daarvan eene tweede uitgave in 1646 mede te Franeker [1]). Daarin verhaalt METIUS, op bladz. 151,

„By mijn salighe Vader gevonden ‖ middelraminge, seggende als de *Dia-* ‖ *meter* is 113, soo geeft den omring des ‖ *Circuls* 355 gedeelten, is geen verschil ‖ van een $\frac{1}{100000}$ gedeelte, daerom dese ‖ *proportie*, sonder eenige merckelijcke ‖ faute in een *Circul*, zijnde soo groot ‖ als de *Circumferentie* van 't aertrijck ge- ‖ bruyckt can werden."

Van de eerste uitgave van bovengenoemd werk, verscheen ook reeds te Amsterdam een herdruk in 1634 [2]): daarin leest men op bladz. 102.

„Nu kanmen ‖ wel tusschen beyden naerderen/ gelyck by myn sali- ‖ ghe Vader een middelraminge gevonden is: seggen- ‖ de als de diameter is 113/ soo geeft den omring des ‖ circuls 355 gedeelten/ 't welk geen verschil geeft van een $\frac{1}{100000}$ gedeelte/ ende daerom dese proportie, ‖ sonder eenige merckelijcke faute in een circul, zijnde ‖ soo groot als de circumferentie vant t'aert- rijck/ ge- ‖ bruyckt can werden."

Op beide plaatsen evenwel wordt niets gezegd omtrent de manier, waarop deze benadering zoude zijn afgeleid: hier wordt dus alleen aangetoond, dat zij door den vader van ADRIAAN METIUS is gevonden.

Gaan wij echter terug tot een vroeger werk van ADRIAAN METIUS, zijne „Arithmetica et Geometria nova" van 1625 [3]),

dat derhalve acht jaren ouder is, dan leest men aldaar in de „Geometriae Practicae Parte II, Cap IV, de Mensura Circuli", waar men derhalve het eerst gaat zoeken, slechts de volgende woorden (bladz. 178 en 179).

„Quocirca praestat assumere eam peripheriae ad diametrum propor- ‖ tionem, quam ante annos aliquot repperit parens meus Confoederatorum Bel- ‖ gii Provinciarum Geometra insignis, qui Archimedeis demonstrationibus in- ‖ venit proportionem peripheriae cujusvis circuli ad suam diametrum esse $3\frac{113}{61}$ *) ‖ id est $\frac{355}{113}$: quae quidem proportio minoribus constat terminis, quam ea quam, ‖ posuit Mr. Ludolph, à qua tamen distat minori differentia quam $\frac{1}{1000000}$."

Dit leert ons dus niets nieuws: gaan wij evenwel terug tot de „Pars Prior" van dezelfde „Geometria Practica" in Cap. VII bladz. 58, zoo vinden wij daar.

„In ma- ‖ joribus [circulis] licebit ad triplicem diametri longitudinem, 14159 partes, qualium Dia- ‖ meter continet 100000, per 3 praec. cap 4 acquisitas, superaddere, vel 16 qua- ‖ lium diameter 113 habet. ‖ Qui accuratiorem Circuli dimensionem desiderat, proportionem diametri ‖ ad peripheriam assumat, quam posuit Ludol à Coln (sic) ut sequitur ‖

Diameter,		Periph. major quam vera
100000000000000000000	—	314159265358979323846
Diameter,		Periph. minor quam vera
100000000000000000000	—	314159265358979323845."

Eindelijk iets verder in Cap. X (die hier verkeerdelijk „Cap. VIII" wordt geheeten) met den titel „De Circulo" bladz. 88, 89) zegt METIUS.

„Parens. P. M. Illustrium DD. Ordinum ‖ Confoederatarum Belgiae Provinciarum Geometra, in libello quem conscrip- ‖ sit adversus Quadraturā circuli, Simonis à Quercu ‖ demonstravit proportionem peripheriae ad suam ‖ diametrum esse minorem

*) Moet zijn $\frac{16}{113}$.

$3\frac{17}{120}$, hoc est $\frac{977}{720}$ *), ma- ‖ jorem $4\frac{15}{106}$ †), hoc est, $\frac{333}{106}$, quarum proportionum ‖ intermedia existit $3\frac{16}{113}$, sive $\frac{355}{113}$. Quae quidem in- ‖ termedia proportio paulo major est quàm ea, ‖ quam invenit M. Ludolph à Collen, cujus tamen ‖ differentia est minor $\frac{1}{100000}$ §)."

Van dit laatste werk bezit ik nog eene latere uitgave van 1640 [4]) door de gebroeders ELZEVIER te Leiden, waarin de vorige drukfouten niet voorkomen: en verder eene soort van voorloopige uitgave van 1611 [5]) de "Arithmeticae et geometriae Practica", gedrukt door ROMBERTUS DOYEMA te Franeker.

Dit laatste werk schijnt een eerste opstel te zijn geweest, dat eerst later aanmerkelijk uitgebreid, dan ook onder nieuwen titel verscheen. Aldaar komen in de Geometriae Pars Prior, Cap. VII, de Triangulis 7, blz. 45, slechts deze woorden voor. "In majoribus licebit ad triplicem diametri longitudinem..... superaddere, vel 16 qualium diameter 113 habet,"
die ons omtrent den oorsprong van deze verhouding niets leeren.

Gaven de vorige aanhalingen ons minder dan wij gewenscht hadden, deze laatste geeft ons veel meer. Vooreerst toch zien wij daaruit, dat de vader van ADRIAAN METIUS, als bij toeval, tot zijne vrij sterke benadering is gekomen. Hij vond toch, dat onze verhouding begrepen was tusschen $3\frac{17}{120} = 3{,}1416667$ en $3\frac{15}{106} = 3{,}1415094$, die beide slechts tot in drie decimalen juist zijn: het is dus wel toevallig, dat het quotient van de rekenkundig middenevenredigen van teller en noemer der zuivere breuk zulke veel zuiverder benadering geeft. $3\frac{16}{113} = 3{,}1415929$, waarvan er zes decimalen juist zijn. En dit is nu zeker de be-

*) Moet zijn $\frac{377}{120}$.

†) Moet zijn $3\frac{15}{106}$.

§) Moet zijn $\frac{1}{1000000}$.

werking, die in de vroegere aanhalingen door het woord »middelraminge" werd aangegeven.

Wij vonden dus de methode van deze benadering, hetgeen wij zochten; maar bovendien leert ons nog deze laatste aanhaling, bij welke gelegenheid de vader van ADRIAAN METIUS haar afleidde: namelijk bij eene wederlegging der cirkelquadratuur van SIMON VAN DER EYCKE, waarvan vroeger in N°. VII dezer Bouwstoffen sprake was. Zoo straks zullen wij hierop terugkomen; maar eerst ga de opmerking vooraf, hoe deze aanhaling, die ons op den goeden weg hielp, in vroegeren tijd juist op een dwaalspoor heeft gebracht, dat wel bijna gedreigd heeft dit onderzoek voor goed te verstikken.

4. Zooals bekend is, was J. F. MONTUCLA de schrijver van de »Histoire des recherches sur la Quadrature du Cercle" in 1754 uitgekomen [6]), en waarvan er in 1831 [7]) een herdruk verschenen is.

Dit werk bevat veel merkwaardigs, hoezeer er ook onderscheidene fouten, vergissingen en verkeerde oordeelvellingen in voorkomen, evenzeer als in zijne »Histoire des Mathématiques", waarover wij op het oogenblik te spreken hebben. Zijn zulke fouten op zulk uitgestrekt geschiedkundig gebied, waar het den moeijelijken toegang tot de oorspronkelijke, meestal zeldzame bronnen geldt, niet wel altijd te vermijden: te minder is dit aan MONTUCLA zoo hard aan te rekenen, als wel eens plaats heeft, wanneer men in het oog houdt, dat hij als baanbreker op dit wijde veld mag beschouwd worden.

MONTUCLA nu las uit de letters P. M. (die in deze aanhaling voorkomen en die »Piae Memoriae" dat is »Zaliger Gedachtenis" beteekenen) integendeel den naam des vaders van ADRIAAN METIUS, en noemde dien vader dadelijk, op recht fransche wijze, »PETRUS METIUS." Op bladz. 42 zegt hij.

»*Metius* est le premier des Mo- || dernes à qui l'on doit quelque invention || remarquable sur la mesure du cercle. || ... Soit bonheur, soit adresse, *Metius* || rencontra, de toutes les fractions possi- || bles exprimées en 3 chiffres seulement, || celle qui est la plus exacte Au reste ce || *Metius* n'est point *Adrianus Metius*, || Mathématicien connu du commence- || ment du 17 siècle, & frère de *Jacques* || *Metius* réputé l'inventeur du té-

lescope; || c'est *Pierre Metius*, le pere de l'un & || de l'autre, Mathématicien des Etats || de Hollande, & qui vivoit sur la fin du || 16e siècle. Je ne fais cette observation || que parce que jai remarqué qu'on se || trompoit ordinairement en attribuant || au fils cette invention, que lui-même || revendique à son pere dans ses ouvra- || ges."

Het blijkt hier, dat MONTUCLA niet wist, hoe men aan de genoemde verhouding was gekomen; en dat hij om de dwaling te voorkomen, dat zij aan ADRIAAN METIUS zoude toegeschreven worden, door overijling, tot eene nieuwe dwaling komt, als hij dezen PETRUS METIUS in het leven roept.

Hetzelfde herhaalde zich in de voormelde „Histoire des Mathématiques" [8]), Tome I, Partie III, Livre III, bladz. 579, waar men leest,

„Pierre Métius, pere de Jacques Métius, ré- || puté l'inventeur du télescope et d'Adrien Métius, mathéma- || ticien connu du commencement du dix-septième siècle, est || célèbre. C'est lui, et non Adrien Métius, qui est l'auteur du || rapport approché, que fait le diamètre à la circonference, comme || 113 à 355. (1).... Ce fut la prétendure quadrature du cercle d'un certain || Simon Duchesne (Simon *à Quercu*) musicien Franc-Com || tois, qui donna lieu à cette découverte. || [In de noot] (1) Adr. Metii, *Geom. Practica*, p. || 1, cap. 10."

Men heeft reeds in N°. VII der Bouwstoffen gezien, dat deze SIMON VAN DER EYCKE *niet* met SIMON À QUERCU te verwarren is, die musicus was; deze leefde toch veel vroeger.

Daar het nu steeds de gewoonte pleegt te zijn, hetgeen dan ook wel het gemakkelijkste is, om het oordeel van voorgangers, zonder nader onderzoek, slechts over te schrijven, heette van toen af aan de verhouding 355 : 113 aan PETRUS METIUS toe te behooren; maar van dezen was nergens anders een spoor te vinden, veelmin een of ander werk op te sporen, waarin de gemelde verhouding zoude voorkomen.

5. Toen men echter later gevonden had, dat die vader van ADRIAAN METIUS, niet PETRUS METIUS, maar ADRIAAN ANTHONISZ. heette, scheen men nog niet veel gevorderd te zijn. Onze groote geschiedvorscher in de wiskunde, J. H. VAN SWINDEN, hield het werk, dat wij zoeken, en waarin de quadratuur van

SIMON VAN DER EYCKE zoude bestreden worden, voor niet bestaande. Men weet, dat VAN SWINDEN aan de eerste uitgave van zijne Grondbeginselen der Meetkunde van 1790 [9], later bij de tweede uitgave van 1816 [10]) een rijken schat van geschiedkundige aanteekeningen toevoegde. Hij schrijft omtrent dit punt in het Boek VII, Afdeeling III, Werkstuk XIX, Aanmerking VII en noot, op bladz. 305, 306, dat

„[METIUS] er bijvoegt „dat de zelve, [ADRIAAN ANTHONISSE] in het boekje dat hij tegen de *Quadratuur van* SIMON VAN EIK geschreven heeft ...." Ik heb het werkje ‖ van ADRIAAN ANTHONISSE nimmer aangetroffen; ik kan derhalven ‖ over de bewijzen daarin vervat niet oordeelen."

VAN SWINDEN geeft daarop eenige conjecturen over de wijze, waarop ANTHONISZ. tot zijne verhouding zoude gekomen zijn, die duidelijk bewijzen, dat hij de boeken van ADRIAAN METIUS wel aanhaalt, maar over dit punt niet had nagelezen. In de noot blijkt verder, dat VAN SWINDEN de werken van SIMON VAN DER EYCKE niet kende: immers zegt hij: „misschien § was de naam DU CHESNE." Hij laat daarop volgen

„Het ‖ Boekje van ADRIAAN ANTHONISSE wordt in geen der veelvuldige ca- ‖ talogussen genoemd die ik geraadpleegd heb: het geen mij doet twij- ‖ felen of het wel gedrukt is geweest."

Evenzeer onze G. MOLL, wien ook de latere papieren van VAN SWINDEN ten dienste stonden, behandelde deze vraag in zijne belangrijke verhandeling. „Geschiedkundig onderzoek naar de eerste uitvinders der Verrekijkers" [11]), en zegt daaromtrent (blz. 117) „De Heer VAN SWINDEN heeft het boekje van DU- ‖ CHESNE even zoo min als dat van ADRIAAN ANTHONISSE, ooit gezien, ten ‖ minste niet toen hij de tweede druk zijner *Meetkunde* uitgaf, en hij twij- ‖ felt zelf, of het boekje van ADRIAAN ANTHONISSE wel ooit gedrukt ‖ zij."

Iets vroeger schreef MOLL

„Het is jammer, dat ADRIAAN METIUS, in wiens schriften men alleen ‖ de rede van 113 tot 355 vermeld vindt, ons niet heeft onderrigt, op ‖ welk eene wijze zijn vader ADRIAAN ANTHONISSE dezelve had gevonden."

Hieruit ziet men, dat MOLL dit punt zelf niet heeft onder-

zocht, en slechts VAN SWINDEN heeft nageschreven, niettegenstaande hij (bladz. 118) zoo tegen dit naschrijven opkomt.

„Volgens gewoonte, heeft het *imitatorum servum pecus*, MONTU- ‖ CLA nageschreven .... dit zal weder door velen worden nageschreven."

Ten laatste mag hier genoemd worden J. J. DODT VAN FLENSBURG, die in zijn opstel: „Letterkundige Aanteekeningen aangaande den twist tusschen SIMON VAN DER EYCKE, LUDOLF VAN CEULEN en ADRIAAN ANTHONISZ. over de leer van den Cirkel" [12]), — waaruit ik o. a. de resolutiën der staten enz. heb getrokken, die soms door mij zijn aangehaald, — houdt het er voor, dat dit boek nimmer het licht zag. Hij tracht dit aan te toonen uit twee resolutiën der Staten van Hollandt, de eerste van 5 December 1587 [13]), de tweede van 12 July 1595 [14]).

Nu is het mij gelukt, omtrent de uitgave van dit boek nadere inlichtingen te verkrijgen, al is het mij niet mogelijk geworden, de zaak ten eenen male uit te maken. Dit kan mogelijk zijn weggelegd voor hem, dien het gelukken zal een afdruk in handen te krijgen van dit werk, indien het althans werkelijk bestaat.

6. De aanleiding tot het vinden dezer nadere bijzonderheden was het nazien van een ander zeer zeldzaam werkje van onzen ADRIAAN ANTHONISZ, dat in mijn bezit is. Het is getiteld

„Solutie op die een en vijftichste ende tween vijftichste Propositie by Meester Nicolaum Petri Daventriensem. t' Alckmaer 1589 in 4°." [15]).

De schrijver noemt zich op den titel wel eenigzins anders. „Ghedaen by Adrianum Anthonij. ‖ Alcmarianum Geometram": maar hij is, buiten eenigen twijfel, dezelfde persoon, als onze ADRIAAN ANTHONISZ.; zooals trouwens duidelijk genoeg uit de voorrede „Totten Const Liefhebbende Leser" blijken zal. In de tekst is telkens ruimte overgelaten voor twaalf meetkundige figuren, die naderhand met den passer en liniaal, en voorzien van gewone schrijfletters, daarin met gewone schrijfinkt zijn geteekend. Met dezelfde hand geschreven vindt men op de laatste bladzijde, die wit is, de zeven „Errata" opgeteekend. Hoogstwaarschijnlijk is dit alles van de hand van den schrijver zelven. Op den titel komt eene houtsnede voor, waarop die zelfde schrij-

ver in zijn studeervertrek, en omringd door boeken en werktuigen is voorgesteld, zittende aan zijn tafel, en met een uitzicht door een geopend raam op een stad, die denkelijk Alkmaar moet voorstellen.

Is dit boekje dus wel merkwaardig wegens zijn uiterlijk, en de bijzonderheden daarvan opgemerkt, van niet minder belang is zijn inhoud. Beginnen wij met de voorrede.

„Totten Const Liefhebbende Leser. || HEt sullen ter auontuere enige verwondert sijn van dat wy eer- || tijdts hebben geschreuen tegens den Quadrature des Circkels || van Meester Symon van Eijcke/ eñ nu weder dese bedencken || eñ waernemingen op enige Propositiẽ by Meester Nicolaum || Petri Dauentriensem voor ghewent/ als ofte wy onse werck || alleenlick daer van sochten te maken omme eenẽ ygelick te be- || rispen: Seeckerlick die gheẽ die bekendt is den oorsake onses eersten schriuens/ || die sullen ons wel houden verdeedicht/ wel wetende dattet selue wt schuldighe || plichte ter begeerte van dẽ doorluchtige vorste WILHELMUS van Nas- || souwe Hooch Loffelicker Memorien gedaen is geweest/ als begerende onsen || oordel ende sententie van den voorseijde nieuw gheuonden Quadrature/ daer || van hem dẽ Authoor soo hooge was roemende. Dit selue en was voor ons niet || te weijgeren/ noch af te slaen/ende hebben aengenomen onse verclaringe daer || van te doẽ/ maer hebben lieuer gewilt dat het selue geschiede by geschrifte dan || by eenigh mondelinge Rapporten ofte openbaerlicken inden Drucke/ op dattet || niet schijnẽ en souden dat wy ijets wat verkeerdelick habben aengegeuen ende || verclaert/ ofte dat wy sochten des Authoors schade in sijnẽ gedruckte Exemp- || laren/ want het was ons genoech voor die tijt dat synen Ex.tie onse wederleg- || ginge bekendt was. So is dan dese onse Ciuilitent ende Modestie effen wel vã || den voorgenoemdẽ Authoor also geduijt/ als of wij niet en durftẽ onsen Trac- || taet openbaerlick inden druck ten proeue stellen/ Sulcx dat daer naer die wel || eruaren M. Ludolph van Cuelẽ (sic) in Geometrische Reeckeninge sijnen Tout- || steen optẽ selue Quadratur heeft openbaerlick inden druck laten wtgaen/ we- || sende tot sulcx oock sonderlingh beweecht. Wy souden oock connen tot allen tij- || dẽ als wy willen tselue noch ampler eñ breder laten geschieden so wanneer wy || onse voorgemelde geschreuẽ boecxkẽ geresiuneert (sic) hebbende inde drucke veruor- || deren. Maer wat salt connen gelden: nu dẽ Authoor

(gewesen sijnde van sijne || eersten Inuentie) eenen anderen Quadrature weder van nieuws Anno 86 ter || baenen heeft ghebracht/ Als namentlijck des Nicolai Cusani/ Die ouerlange [in margine is met inkt bijgeschreven: tijdt] || door Johannem Regiomontanum is weeder gelecht ende geconfuteert/ Ende || omme sulcx wy daerom geen arbeijt noch moeyten behoeuen te doen."

Hieruit blijkt dus, hoe en waarom in het jaar 1589 het bedoelde geschrift nog niet in druk was uitgegeven, hoezeer in den aanhef diezelfde wederlegging als genoegzaam bekend wordt ondersteld; misschien wel zijn daarvan eenige afschriften gemaakt en genoegzaam verspreid, om toch eene meer algemeene bekendheid te mogen aannemen. Zijne zelfverdediging bewijst zeker, dat hij niet aan hoogmoed leed, en niet genoeg gewicht hechte aan de door hem gevonden verhouding, om daarmede de uitgave van zijn boekje te rechtvaardigen. Hoe hij verder over SIMON VAN DER EIJCKE dacht, blijkt uit het vervolg.

„Seeckerlijck het is wel te verwonderen dat desen Authoor in sijne eerst ghe- || uonden Quadrature Anno 84. wt gegeuen/ hem sonderlinge was fonderende || datse quam te geuallen binnē den Limitē Archimedis/ eñ is nu wel merckende/ || ia selfs bekennende dat dese sijne laetste Cusanische Quadrature buite de voor- || seijde Limiten is comende/ ende euenwel die selue is inuoerende als een claerd || bewijs van sijnen eerste Quadrature/ Sulcx dat hy hem is onderwindende || niet alleen met veele lastighe moeylicke eñ eensdeels ongefundeerde bewijsre- || denen die selue te beweren ende staende te houden: Maer oock met grote Jac- || tantie ijdele glorie eñ temeriteyt is hy Condemnerende die onwedersprecke- || lijcke bewijsreedenen Archimedis/ die welcke by Eutocium Ascholonitam sijn || breeder verclaert eñ wt gelecht. Die ooc werdē van Johanne Regiomontano, || Buteone/ ia van alle Mathematicis die gesont sijn van oordel/ als eene vastē || grondt gheuolght/ aengenomen/ ende ontfangen. Maer dese alle moeten daer || om van desen Authoor werden verclaert voor sectarisē/ recht of die niet anders || dan een schijn der waerheyt warē volgende/ die andersins om die extractie der || Irrationale wortelen (so desen Authoor meent) sijn deceptible/ ende derff inne || sulx die limitē Archimedis weder spreken/ die nochtans van Nicolaus de Cu- || sa self (van dē welcken desen sijnen Quadrature ontleent is) volcomelijck wert || geapprobeert/ also dat desen Authoor is strydende teegens alle die Mathe-

ma- || ticos met ghesloten Ooghen op den maniere der Anda- bateren."

Dit oordeel over de beide quadraturen van SIMON VAN DER EIJCKE komt vrij wel overeen met hetgeen wij daaromtrent in N°. VII dezer Bouwstoffen hebben gezien, waar evenzeer gewezen werd op de quadratuur van den Kardinaal NICOLAUS DE CUSA.

Het overige van deze voorreden spreekt over de redenen, die hem toch noopten tot het uitgeven van deze aanmerkingen op het boekje van NICOLAUS PETRI DAVENTRIENSIS, zooals die wiskundige gewoonlijk genoemd wordt.

„Dit heeft mijn || goedt ghedacht dus verre te verhalen tegen M. Symon vā Eijcke/ ende heeft || mijn oock oorsake gegeuen om beneffens dese beijde solutien vanden 51 ende 52 || Propositie die by den voornoemden M. Niclaes voor alle die werlt met wille || sonder facit sijn voorgestelt oock indē druck te be- uiijtigen/ daer beneuens oock || byvoughende eenige corte beden- cken/ Cautelen/ ende waernemingħen op eeni- || ge andere Pro- positien mede inden seluen boeck begrepen. ||

Niet dat sulcx geschiet door enich afgunste/ ofte versmaet- heyt/ nochte oock || om dese Conste Geometria en Astronomia verdacht te maken ende in verach- || tinge te brengen/ dz sij verre: want wij die seluen niet alleen hoochlicken prijsen| || maer hebben oock tot noch toe onsen priuate studie den seluen son- derlinge ge- || consecreerdt ende houden alsulke alle prijs waer- dich die daer arbeijden eñ naer- || sticheijt doen om dese gelijck ooc alle liberale vrije Constē te verbreijden. Maer || de wijle wy sien dat dickwijls gheuolcht werden al sulcke Propositien/ || Regulen/ eñ Exemplen die by verscheijden geleerden sijn voor- gewent die welc- || ke somtijts beuonden werdē (gelijck oock den goedē Homerus) geslapē te heb- || ben/ ende euenwel oppet ver- trouwen haerder Authoriteyt ghehouden werden || voor vast ende wel gefundeert/ daerse nochtans geen vasten Reghel noch se- ker || gebruijck en connen hebben. Gelijckerwijs dit selue eens- deels oock ghespeurt || wert aen desen Authoor/ die welcke schijndt mede gesteundt te hebben op die || Authoriteyt eniger voortref- felicker Authoren inder Mathematischer Conste/ || int voorstellen van eenige Mathematische Propositien/ sonder wijder naer- || denckinge ofte oock die selue als een seekere/ vaste/ ende ge- nerale reghel souden || mogē int geheel werden vertrout. ||

So ist dat wij tselue aenmerckende/ aengenomen hebben om te bewijsen/ dat || eenijge Propositien in voegen als die sijn voorgestelt/ geen vaste noch seker ge= || bruijck connen hebben. Daer mede dan alle liefhebbers deser Conste ghe= || waer=schout souden mogen wesen/ van die erroren ende doelingen daer inne sy || onweetende souden mogen vallen. Hoepende dat dese onse arbeijt ten besten || verstaen ende den Constliefheb=bende aenghenaem sal wesen/ dat welck || beuindende: Sullen geoorsaeckt wesen om dese Conste naer onse || vermoghen oock in onser duijdtsche tale te helpē verbre= || den/ ende verciere̅ met meerder ende hoger spe= || culatien/ tot dienste van alle lief= || hebbers/ ende verwec= || kinge van alle In= || geniosen tot die || studie deser || heerlicker || vrije cō= ste."

Dit boekje bevat voorts

Regula 1. Solutie des ii. en propositie.

Regula 2. Dit selue deur Spherische rekeninghe te vinden.

Regula 3. Dit selue te vinden door Spherische Triangulen.

Regula 4. Die andere Propositie is dese.

Regula 5. Bedencken ende waerneminghe op dat viij. Capittel.

Regula 6. Aenmerckinghe opten xij. ende xxiiij. Capittel.

Regula 7. Bedencken op dat xxxij. Capittel om den Azimuth || der Sonne te vinden.

Regula 8. Bedencken op dat xlvij. Capittel.

Regula 9. Bedencken op die xlviij. Propositie.

Ander Vraghe.

De twaalf figuren, die in de opengelaten plaatsen tusschen de tekst voorkomen, zijn met schrijfinkt geteekend, en uit de hand getrokken. De letters dezer figuren, eenige veranderingen in de teksten, een zevental „Erraten" tegenover de laatste bladzijde, zijn alle van dezelfde hand: denkelijk dus van die des schrijvers zelven.

Het beschreven boekje is het eenigste, dat mij van ADRIAAN ANTHONISZ. immer in handen is gekomen; en ik heb het nergens aangehaald gevonden. Van hem is nog bekend, dat hij in 1603 een octrooi [16]) heeft genomen voor een astrolabium; hiervan had hij eene beschrijving zamengesteld, waarvoor hij reeds vroeger (zie Noot 14) een octrooi had aangevraagd; ook dit werkje schijnt niet gedrukt te zijn geworden.

7. Een andere arbeid van onzen ADRIAAN ANTHONISZ. ont-

moeten wij in een der oudste Nederlandsche zeevaartboeken „de Spieghel der Zeevaerdt" van LUCAS JANSSZ. WAGHENAER van Enckhuyzen. Leiden 1584. in folio [17]).

Op bladz. 10 van het „Eerste Deel" toch leest men.

„Corte onderrichtinghe vande tafele der || Declinatie der Sonnē van nieuws ghecalculeert ende ghereetificeert/ || eyghentlijck opte vier eerstcomende Jaeren van 1585. 86. 87. ende 88. *per* || *Adr. Anth. Geometram:* Ingenieur der Staten Graeffelijcheyts van || Hollandt."

Op bladz. 11 volgt dan de „Onderrichtinghe" en bladz. 12, 13 de tafels zelve.

Het tweede deel van deze „Spieghel der Zeevaerdt" [18]) is te Leiden uitgekomen in het volgende jaar 1585. Toen is tegelijkertijd een herdruk van het Eerste Deel verschenen met een half latijnschen titel „Pars prima speculum nauticum" [19]), waarvan de tekst hollandsch is. Maar er is ook eene latijnsche vertaling van dit Speculum uitgegeven te Leiden in het jaar 1586 [20]): de vertaler is de bekende MARTINUS EVERART uit Brugge.

Dat deze boeken werkelijk opvolgende drukken, geene nieuwe titeluitgaven zijn geweest, blijkt uit de volgende bijzonderheden, die te eerder hier eene plaats verdienen, omdat zij ten deele de beschrijving van den Heer F. MULLER in zijn „Essai sur la Bibliographie Neerlando-Russe" [21]) aanvullen en verbeteren.

Het boek van Noot 17 heeft eene voorrede blz. 5—40 en 23 kaarten.

Dat van Noot 18 heeft eene voorrede blz. 1—19, een uittreksel uit die van het vorige boek, en 21 kaarten. In de Opdracht aan de Staten zegt hij:

„Ende wil= || le daerom V.M.E. onderdanigh ghebeden heb= ben| dat de selue ghelieue de= || se anderde vrucht... || ...te nemen onder haer protectie ende bescherminghe/ omme || daer van te weren alle onnutte wespen/ die zelfs niet voortbrenghen/ maer || alleen= lick aerbeyden ende daer op wtsi jn/ om de vruchten van ander lieden || naerstickeyt/ moeyten ende aerbeyt schandelijck tot haer te trecken. Voor de || wangunstighe berispers/ wil ick my met alle constliefhebbers troosten ende || . . ."

Deze opdracht is gedateerd „Enck=huy en desen xvij Julius. Anno M.D.LXXXV."

De bewerking van Noot 19 heeft eene voorrede blz. 1—36, gelijk aan die in het boek van Noot 17, maar met andere letter gedrukt: bovendien is zij op de laatste bladzijden met nieuwe opgaven vermeerderd. Er komen 23 kaarten in voor.

Het werk van Noot 20 heb ik niet te zien kunnen krijgen.

Omtrent dit merkwaardige werk, het eerste in zijne soort, vindt men merkwaardige bijzonderheden in eene hoogduitsche vertaling „Desz Spiegels der Seefart" 22). De vertaler „RICHART SLOTBOEM DAVENTRIENSIS" zegt daaromtrent.

„Hat sich funden Lucas Johan Wagener, ein wohlversochter Künstreicher/ vnd weytberümbter Pylot/ vnd || Schiffs Steurman zu Enckhüsen/ vnd nit allein von kunst der Seefart vnd gebrauch der Instrument || (welchs dan auch andre vor ihn gethan) artlich gehandlet/ sonder auch alle Meer Vffere oder Cüsten || beynha von gantz Europa in 47. Taffeln oder Carten... || ... || offentlich ans liecht bracht. Also das so lange die Welt gestanden der= gleichen || werck von Seecarten/ in keinem Land Europe auszgan= gen. Landtaffeln haben zwar vil gemacht/ aber || Seecarten von so vil Land/... || ...hat sich biszher zu/ niemand anders vnder= wunden. Diese || gemelte 47. Seecarten/ vber wolche er mehr dan 20. Jar gearbeit vnd zu letzt in Truck bracht/ hat er in || zwey unterscheitliche Bücher verfaszt/... || ... || ...vnd seind diese Ex= || emplar/ ob wol sie in Hollandischer und für ander Land in einer vnbekanten sprach beschriebē/ dannoch || vm der Seecarten vnd des Gesichtes willen/ nit allein in Teudtschland/ sonder nach Italien/ Hispa= || nien/ Franckreich/ Enghelland/ etc. in grosser mengen gezogen vnd hingeführt worden."

Men ziet hieruit, dat dit zeekaartenboek het eerste in zijne soort was, twintig jaren arbeids heeft vereischt, maar dan ook bleek te voldoen aan eene alom gevoelde behoefte. SLOTBOEM vervolgt nu.

„Deszhalben er || sie/ der gantzen Welt zum besten/ durch einen Hochgelärte Man [de beroemde MARTINUS EVERART van Brugge] in Lateinischer sprach hat lassen vber= || setzen/ vnd das ein Buch Könniginlicher Maiesteit in Enghelland/ das an= der Hochlöblicher Gedäch= || nüsz Frederico 2. Könnig zu Denn= marck vnd Sohn oder Generi E.F.D. gededielert."

Na die opdracht volgt „Lucas Wagener zum Leser" en ook hier ontmoeten wij enkele bijzonderheden van gewicht.

„Habe ich die arbeit mit lust angegriffen, vnd den ersten theil des Spiegels der Seefart/ ‖ ... im 1583. Jar in Niederlandischer sprach/ lassen in truck ausz‑ ‖ gehen."

Waaruit blijkt, dat de druk van Noot 17) werkelijk de eerste is geweest. Nader verhaalt hij, hoe dit werk hoog werd geschat, „Welchs andern vil mehr/ als mijr ge‑ ‖ bürt zu sagen" en hoe in eene zitting van den „Grosten vnd Secrete Rade" ‖ van Engeland, verklaard werd „das nötig wer/ das ein sulch Büch in einer gemeinen sprach translatiert vnd ‖ vbersetzt würde, auff dasz esz bey allen Nationen müchte gelesen vnd verstande werden. Welchs mich vrsach vnd anleitung gegeben hat/ sulchs zu erster gelegener zeit zu volbringen." Hij had het tweede deel dan ook uitgegeven, en aan de Staten van Holland en West-Friesland opgedragen, die „auch mijr mit alsulcher remuneratiön vnd ge‑ ‖ schenck verehrt vnd begifftigt haben/ das ich inen al mein lebenlang wol dancksagen"; zooals toen ter tijde de gewoonte was.

In alle de aangehaalde uitgaven vindt men de door onzen ADRIAAN ANTHONISZ. berekende tafels van zonsdeclinatiën.

Bovendien vindt men nog fransche, portugeesche en engelsche vertalingen van deze kaarten, die in Engeland zooveel gebruikt werden, dat later aldaar ieder kaartenboek „a Wagener" plagt geheeten te worden. Dit veelvuldige gebruik, ook ten onzent, gepaard misschien met een betrekkelijk hoogen koopprijs, is misschien de oorzaak, dat alle exemplaren allengs versleten zijn geworden en dus thans slechts zelden voorkomen. J. C. PILAAR in het Tijdschrift toegewijd aan het Zeewezen, Tweede reeks, vijfde deel, bladz. 26, spreekt van „een vierde nederduitsche druk te Amsterdam uitgegeven."

8. Behalve de reeds genoemde werken van den beroemden zoon ADRIAAN METIUS, schreef deze nog meer andere, waarvan ik de volgende aangehaald vond.

„Doctrinae Sphaericae Libri V." Hiervan verscheen een latere druk te Franeker in 1598: en een nadruk te Frankfort in 1591.

„Astronomiae Universae Institutiones. Franeker 1605. 8°."

„De genuino usu utriusque globi. Franeker 1611. 4°;" waarvan een herdruk kwam in 1624 [23]).

„Institutiones Astronomicae et Geographicae, Fondamentale ende grondelijcke onderwijsinge van de Sterrekonst. Franeker 1614. 4°. [24])."

Van dit werk bestaat een herdruk van 1621 [25]): het is misschien eene omwerking van het voorlaatste boek.

„Nieuwe geographische onderwijsinghe. Franeker 1614. 4°." [26]).

„Praxis nova geometrica per usum circini. Amst. 1623. 4°." [27]).

waarvan eene hollandsche vertaling

„Maetconstigh Liniael in 1626." [28]).

„Problemata Astronomica. 1625."

„Geometria de munitionibus."

waarvan eene hollandsche vertaling in 1626

„Sterckebouwing" [29]).

„Handt-Calendier 1627." 8°. [30]).

„Fondamentale onderwijsinghe aengaende het Astrolobium. Drie Tractaten. Franeker 1627. 4°." [31]).

„Primum Mobile, Astronomicè, Sciographicè, Geometricè et Hydrographicè nova Methodo Explicatum. IV Tomi. Franeker 1631. 4°. [32])."

„Astronomische ende Geographische onderwijsinghe. V Deelen. Franeker 1632." 4°. [33]).

Waarschijnlijk hetzelfde werk, dat ook wel

„Opera Astronomica. Amsterdam 1633. 4°."

wordt genoemd.

„Mensura Geographica." Amst. 4°. [34]).

De beide voorlaatste werken schijnen wel de laatste van zijne hand geweest te zijn. In de opdracht van het boek van noot 33) schrijft hij dan ook:

„Ick heb- ‖ be, mijn Heeren, gedurende de tijt mijner Professie van ‖ 32. Jaren, daer na getracht, dat ick niet alleen d'Studenten ‖ tot de genoechlijcke speculatie des Hemel-loops hebbe ‖ aengevoert ... ende hebbe also, door verscheydene wtgege- ‖ vene ende meermaels herdruckte boecken, gesocht ‖ niet alleen de Mathematische konstē tot meerder *perfectie* ‖ te brenghen, maer inzonderheyt te verrijcken eñ versterc- ‖ ken met *inventien* d'*sterckte-bouwinghe* ende *Navigatie* ‖ concerneerende."

Hij eindigt dit werk (blz. 220) met de

„Censure vande Auteur, soo van de ‖ oude als de nieuwe Jan

Henricx [deze is Jan Hendrick Jarighs van der Ley] regel, welcke || hy voor generael houd, ende van de doorschy- || nende Lopers, met de caerten by Jan Henricx || voorgegeven."

Merkwaardig is hetgeen hij, hoezeer hij blijkt dien regel als geheel verkeerd te beschouwen, daaromtrent zegt op bladz. 197.

„Maer dewijl de Mog. || Heeren Staten generael/ door eenige soo Theoristen hem de Mathema- || tische consten ten besten verstaende/ als mede verscheyden Stuyrluy- || den ende ingenieurs van de zeevaert/ syne inventie ende generale reghel || (gelijck hy die selve noemt) hebben doen ondersoecken/ ende is door goet || rappoort van de Examinateurs daer op ghevolcht/... so hebben wy oock die || selve niet ganschelijck connē verwerpē/ maer houdt voor goed/ datmē de || selve onder anderen mede volget/ tot dat men een ander eñ beter bekome. || Want gelijck een Medicijn- meester sijn beste doet/ ende vertrout op syne || Medicamenten... maer || alsoo hy de kranckte altoos niet te recht en kennet/ soo bevint hy hem || sommwijlen bedrogen."

De beoordeeling van dien regel valt er echter niet te minder ongunstig om uit.

AANTEEKENINGEN.

---

1)* MANUALE || ARITHMETICAE || ET || Geometriae Practicae: || *In het welcke* || Beneffens de Stockrekeninge ofte || ***Rhabdologia J. Nepperi***, kortelijck ende duydelijck || 't gene den Land-meters ende Ingeniuers, (sic), nopen- || de het Landmeten ende Sterckten-bouwen noot- || wendich is, geleert wordt ende exemplaerlijck || aengewesen. || *Door* || ADRIANVM METIVM || Med. D. & Mathes. Prof. ordinar. || binnen Franeker. || ***De tweede Editie gecorrigeert, gelijck in de Praefatie*** || ***tot den Leser te sien is.*** || ***Tot Franeker***, || Gedruckt by Ulderick Balck, Ordi- || naris Landschaps ende Academiae Boecke- || Drucker. Anno 1646. in 8°.

VIII bladz. (zonder pagineering), bevatten den titel en de „TOT DEN LESER" (4 bladz.) van B. FULLENIUS. Math. Prof. Ord., die METIUS noemt „zijnen Antecessor ende Praeceptor || in dese Faculteyt"; en zegt, dat de eerste druk van het jaar 1633 is; vervolgens „PETRI BAARDT Naeghebootste *Vranie*" (2 bladz.)

A—Bb, bevatten het werk (bladz. 1—377) en dan het Register 11 bladz. (zonder pagineering).

2)* MANVALE || Arithmeticae & Geometriae Practicae: || In het welcke || Beneffens de Stock-rekeninghe ofte || Rhabdologia J. Nepperi cortelick eñ duydelic t' ge- || ne den Landmeters eñ Ingenieurs, nopende 't Land- || meten eñ Sterckten-bouwen nootwendich is/ wort || geleert ende exemplaerlick aenghewesen. || ***Op een nieu verrijckt met een nieuwe inventie om alle ronde va-*** || ***ten hare wannigheden af te pegelen.*** || Door || Adrianum Metium. Med. D. & Ma- || thes. Profess. ordinar. binnen Franeker. || Vignette: eene meetkundige figuur, zie bladz. 171. || Tot Amsterdam/ || By Henderick Laurentsz, Boeckvercooper op 't || Water/ int Schryfboeck/ Anno 1634. in 8°.

XVI bladz. (zonder pagineering), bevat titel, „Epistola dedicatoria" (3 bladz.) gedateerd „In Franeker den 26. Septemb. || 1634." hetgeen in strijd schijnt te zijn met de opgaaf van 1633, in Noot 1. „Tot den Leser" (11 bladz).

A—Q, het werk, bladz. 1—246, en het Register 8 bladz. (zonder pagineering).

[8]) ADRIANI METII ALCMAR. || Mathes. Prof. ordinar. || ARITHMETICA, ET || GEOMETRIA NOVA, || Quarum illa || *Libris II comprehensa, Numerandi artem egregie explicat. Cui* || *adjungitur Trigonometriae planorum methodus succincta.* || *Altera vero in VI. partes distincta:* || Propositis breviter & nervosè principiis. Omnem magnitudinem ex || arte mensurare: Idemq; per nova regulae Proportionalis inventa praestare: || Quaecumque loca adversus hostium insultus juxta usitatam hoc saeculo || praxin, munire: Astronomica Problemata Geometricè solvere: & Sciateri- || ca quaelibet in plano facilè extruere, compendiosè & solidè docet. || Vignette: eene zinnebeeldige voorstelling met het randschrift „PATIENTIA VINCIT DVRVM." || FRANEKERAE. || Excudebat Vldericus Balck, Ordinum Frisiae Typograghus (sic). 1625. in 4°.

XVI bladz. bevat den titel, de opdracht „*Nobilissimis Amplissimis* || SVPREMAE FRISIORVM CVRIAE || SENATORIBVS" (6 bladz.) gedateerd „Ex Academia || nostra. Kal. Sept. Ann. CIϽ.IϽ.CXXV" een „CARMEN PIERII WINSEMII. Icti & Historiographi" (4 bladz.) een vers „van M. WINSEMIUS Med. D. & Prof." (1 bladz.) een „CARMEN GRATVLATORIVM van JACOBUS RODRIGIUS. Harlemensis" (2 bladz.) „Errata Arithmeticae." (1 bladz.).

A—P, bladz. 1—118; bevatten, bladz. 1—59, ARITHMETICAE LIBER 1. Cap. XXVIII.

Bladz. 60—88, LIBER SECUNDUS. Cap. V.

Bladz. 89—109, SVCCINTA || TRIGONOMETRIAE || PLANORVM || METHODVS.

Bladz. 110—118, CANON TRIANGVLORVM || *in Gradibus & scrup. primor. decimis, ad partes* || *Radii* 100.000.

Daarop

GEOMETRICAE || PRACTICAE, || PARS I & II. || *Quae rei cujusvis mensurabilis vim, proprietates & habitudines* || *interpretatur & exercet.* || Authore || ADRIANO METIO ALCMARIANO || Matheseos Professore ordinario || Vignette: eene zinnebeeldige voorstelling als op den hoofdtitel. || FRANEKERAE, || *Excudebat Ulderieus Balck, Ordinum Frisiae & eorundem Aca-* || *demiae Typographus*, Anno 1625. in 4°.

In verso van den titel de „Errata Geometriae."

A—Ff, bladz. 1—229. De Pars I, bladz. 1—123; de Pars II bladz. 124—229.

Een blad wit; dan titel.

GEOMETRIAE || PRACTICAE || PARS TERTIA. || *Vsum Circini & Regulae Proportionalis.* || EXPLICANS || Autore || ADRIANO · METIO · ALCMARIANO, || Mathaes (sic) Professore ordinario. || Vignette: meetkundige figuur, zie bladz. 22. || FRANEKERAE, || Ex officinâ Vlderici Dominici Balck, Ordinum Frisiae || & eorundem Academiae Typographi. || MDC.XXV.

Bladz. 232. In verso van den titel: „CARMEN" „PIERII WINSEMII, Historiographi" en plaat.

Gg—Nn, bladz. 233—280; de beide laatste zonder pagineering. Daarop de titel.

GEOMETRIAE || PRACTICAE || PARS QVARTA, || CONTINENS || *Munitionum delineandarum muniendarumque genui- || nam et propriam Institutionem.* || Autore || ADRIANO METIO ALCMARIANO, || Mathes. Professore ordinario. || Vignette: eene meetkundige figuur, zie bladz. 74. || FRANEKERAE. || Ex officinâ Vlderici Dominici Balck, Ordinum Frisiae || & eorundem Academiae Typographi. || M.DC.XXV, met eene plaat.

Nn—Qq, bladz. 279—308.

Daarna de titel.

GEOMETRIAE || PRACTICAE || PARS QVINTA. || CONTINENS. || *Problemata Astronomica Geometricè delineata, & Arithme- || ticé resoluta.* || Autore || ADRIANO METIO ALCMARIANO || Mathes. Professore ordinario. || Vignette: eene meetkundige figuur, sphaera armillaria. || FRANEKERAE, || Ex officinâ Vlderici Dominici Balck, Ordinum Frisiae Typographi. || MDC.XXV.

Qq—Vu, bladz. 1—34.

Daarop den titel (met bladz. 35 gepagineerd).

GEOMETRIAE || PRACTICAE || PARS SEXTA. || QUAE EST || *De Sciatericis Horologiis Superficiebus planis in- || scribendis.* || Vignette: een zonnewijzer, zie bladz. 79. || FRANEKERAE, || Apud Vldericum Balck, Ordinum Frisiae Typographum. || Anno 1625.

Xx—Hhh, bladz. 35—102; een „Index Capitum" (14 bladz. zonder pagineering).

4)* ADR. METI ALCMARIANI || ARITHMETICAE || LIBRI DVO: || ET || GEOMETRIAE || LIBRI VI. || *In quibus etiam Tractatur* || TRIGONOMETRIA PLANORVM, || GEODAESIA, || VSVS CIRCINI & REGVLAE PROPORTIONALIS, || ARCHITECTURA MILITARIS, || PROBLEMATA ASTRONOMICA, || SCIATERICA HOROLOGIA. || *Editio postrema priore multo auctior.* || Vignette: een boom met tuinman, en opschrift „NON SOLUS." || LVGDVNI BATAVORVM, || Sumptibus Bonaventurae & Abrahami Elseviriorum. || CIↃ IↃ C XL. || in 4°.

Hetzelfde werk als dat van Noot 3), waarbij — wat de Geometria Practica betreft — de Pars Tertia 10 bladz. meer bevat, en de Pars Quinta en Sexta doorloopende pagineering hebben: dus dit geheele werk A—Hhh, bladz. 1—426, en 14 bladz. zonder paginatuur. Daarop nog een „Index Rerum et Verborum."

5)* ARITHMETICAE || ET || Geometriae practica || Adriani Metii || ALCMAR. MATHESEOS PROFESS. || IN ACADEMIA FRISIAE FRA- || NEQUERANA ORDIN. || Vignette: het zegel der hoogeschool van Franeker. || FRANEQVERAE, || Excudebat || ROMBERTVS DOYEMA. 1611 || *Prostant in Officina Lugdunensi apud Elzevirium.* in 4°.

XII bladz. bevatten Titel, opdracht aan de Staten van Friesland, gedateerd „*Ex Acade-* || *mia vestra, quae est Franequarae, VIII. Kalend.* || *Octob. CIƆCXI.* || " (2 blz.) daarop eenige verzen, van S. Arcerius, *pro tempore Rector Acad.*, marcellvs Vranckheim || L. V. D. & Scholae Zutphaniensis Moderator, Bernardus Furmerius, Leovardiensis Frisius || Patriae Historicus, en Jacobvs Rodrigivs Harlemensis (1 blz.). Dan „Index" 8 blz.

A—I, blz. 1—71. Arithmeticae Libri II.

A—V. blz. 1—164. Geometriae Partes II.

6)* Histoire des recherches || sur la || quadrature || du cercle ; || Ouvrage propre à instruire des découver- || tes réelles faites sur ce problême célé- || bre; & à servir de préservatif contre || de nouveaux efforts pour le résoudre: || *Avec une Addition concernant les problêmes* || *de la duplication du cube & de la trisec-* || *tion de l'angle.* || A Paris, || Chez ch. ant. jombert, Imprimeur- || Libraire du Roi en son Artillerie, rue || Dauphine, à l'image Notre Dame. || M.DCC.LIV. || *Avec Approbation & Privilege du Roi.* in 8°. met 8 platen.

a—e. bladz. i—xliij. et 4 bladz. (zonder pagineering) 1 bladz. wit.

Bevat:

Titel „Préface" (27 bladz.) „Avis au Lecteur" (1 bladz.). „Table || des Matieres" (12 bladz.) „Approbation, || *du Censeur Royal*" (1 bladz.) „Privilege du Roi" (3 bladz.) „Errata" (1 blz.).

A—N, blz. 1—304, waarvan de tien laatste geven de „Table || alphabétique || des Matières".

4 blz. (zonder pagineering) bevatten eene lijst van „Livres || de Mathématique."

7) Histoire || des recherches || sur la || quadrature || du cercle || etc. Par montucla || Nouvelle édition, etc. Paris etc. 1831. in 8°.

8)* Histoire || des || Mathématiques, || ... || Nouvelle Edition, .. || *Par* j. f. montucla, *de l'Institut national de France.* || Tome Premier. || A Paris, || . . . || An VII. in 4°.

9)* Grondbeginsels || der || meetkunde || door || j. h. van swinden, || Hoogleeraar in de wysbegeerte, || wis-, natuur- en sterrekunde || te Amsterdam, lid van || verscheiden geleerde || genootschappen. || *Te* Amsterdam, || By Pieter den Hengst. || MDCCXC. met VII platen in 8°.

Blz. I—XLVIII.

A—Hh, blz. 1—486.

[A]—[C], blz. 1—44.

10)* GRONDBEGINSELS || DER || MEETKUNDE, || DOOR J. H. VAN SWINDEN. || *Hoogleeraar in de Wijsbegeerte, Wis-, Natuur- en Sterrekunde* || *te Amsterdam*; *Lid van het Koninklijk Nederlandsch Instituut* || *van Wetenschappen, Letterkunde en Kunsten, van de* || *Koninklijke Academie te Brussel, en van verscheide* || *geleerde Genootschappen: Correspondent van de Koninklijke Academie van Wetenschappen,* || *te Parijs.* || TWEEDE, VERBETERDE, EN ZEER VERMEERDERDE DRUK. || TE AMSTERDAM, BIJ || PIETER DEN HENGST EN ZOON, || MDCCCXVI. in 8°.

VIII blz. (zonder pagineering) bevat titel en „INHOUD" (6 bladz.) blz. I—XLVIII. bevat VOORBERIGT (3 blz.) gedateerd 1 *Julij* 1816. VOORREDE || VAN DEN || EERSTEN DRUK (15 bladz.) gedateerd 18 *Julij* 1790." AANWIJZING || DER || WISKUNDIGEN, || WIER UITVINDINGEN VERMELD, OF WIER || SCHRIFTEN, IN DIT WERK, AANGEHAALD || WORDEN. (15 bladz.) AANWIJZING VAN TAFELS (3 blz.) AANWIJZING || DER || MATHEMATISCHE WERKTUIGEN, || WELKE IN DIT WERK UITGELEGD WORDEN. (2 blz.), DER TEEKENS (1 blz.). AANTEEKENING, DER PROPOSITIEN VAN EUCLIDES (9 bladz.), INLEIDING (2 blz).

A—Pp, blz. 1 –174, het werk in XII boeken.

Pp—Rr, blz. 375—610. Aanhangsel en 6 platen.

A—D, blz. 1—45. Werkstukken en 2 platen.

NB. De eerste druk, van 1790, bevat een veel kleiner aantal geschiedkundige aanteekeningen.

11)* GESCHIEDKUNDIG ONDERZOEK || NAAR DE || EERSTE UITVINDERS || DER || VERREKIJKERS, || UIT DE AANTEEKENINGEN VAN WIJLE || DEN HOOGLEERAAR || VAN SWINDEN, || ZAMENGESTELD || DOOR || G. MOLL.

= NIEUWE VERHANDELINGEN || DER || EERSTE KLASSE || VAN HET || KONINKLIJK-NEDERLANDSCHE INSTITUUT || VAN || WETENSCHAPPEN, LETTERKUNDE EN || SCHOONE KUNSTEN || TE || AMSTERDAM. || DERDEN DEELS EERSTE STUK. || TE AMSTERDAM, BIJ || C. G. SULPKE || 1831. || in 4°. bladz. 103—210.

12)* LETTERKUNDIGE AANTEEKENINGEN || *aangaande den twist tusschen* SIM. VAN || DER EIJCKE, LUDOLF VAN CEULEN EN || ADRIAAN ANTHONISZ., *over de Leer van* || *den Cirkel.* || DOOR J. J. DODT VAN FLENSBURG.

= TIJDSCHRIFT || TOEGEWIJD AAN HET || ZEEWEZEN, || TWEEDE REEKS. || Redactie? || J. J. PILAAR, J. M. OBREEN. || *Vijfde Deel* || MEDEMBLIK, || BIJ DE WED. L. C. VERMANDE. || 1845. in 8°. bladz. 269—284.

13) Resolutien der Staten van Hollandt, 5 December 1587.

„Den Eersamen ende wel geoeffenden Adr. Antonisz. te mogen doen drucken sine bouexken bij hem gemaeckt, geintituleerd: „Re-

denen van het verloop des jaers met eenen nieuwen altijt durenden Calender"; noch een bouckken van de metinghe des circkels, ende noch een bouckken van de beschrijvinghe van allerhande sonnewysers."

14) Resolutien der Staten van Hollandt, 12 July 1595.

„Op't versoeck van Adriaen Antonisz., lantmeter, is den selven octroy verleent, als volcht:

De ridderschap enz. doen te weten. Alsoe Adr. Antonisz, lantmeter, ons te kennen gegeven heeft, dat wy hem gegunt hebben octroye van seeker bouckken, te mogen doen drucken, voornamelyck een tractaet, geintituleert: „Redenen van den verloop des jaers, met eene nieuwe altijt durende calendrier," ende dat de divulgatie van deselve bouckkens langer heeft aengelopen, dan den suppliant selfs meende, eensdeels wesende verhindert door andere occupatien, anderdeels, dat den Suppliant verhoopt hadde lichtelijck te kunnen bekomen het bouckken, geintituleerd „nova ratio restituendi Calendarii Romani," in welck bouckken te voorschijn sullen gebracht worden die hypotheses van de correctie des selven calendriers, als mentie gedaen wordt in de „calendario Gregoriano perpetuo, canone 2"; dan en hadde hij suppliant na lange gedane moeyte ende costen, ende veel vervolgs, deselve niet kunnen becomen, als oock wedervaren was Michael Mestlinus, den voortreffelijcken mathematicum in Hoochduitschland, tegen welken Christophorus Clavius, een Jesuit hadde laten uitgaen de „Apologie", onlangs tot Romen gegedruckt, tot beschermenisse van de Pauselycke reformatie des Calendriers, vervattende alle de hypotheses en argumenten, daer die Reformateurs desselven Calendriers haar op sijn funderende, den suppliant oock onlangs ter handen gecomen, der welcker principaelste argumenten den suppliant verhoopte om te stooten; ende te bewijsen, dat se geensins sijn gefundeerd, nochte op dat Niceenische concilium, nochte op de Astronomia, daer sij haer besonder op sijn beroepende, maer veel meerder op haar eygen superstitien, ende maer also hy suppliant beduchtende was, dat sijn verkregen octroy souden verstaen worden geexpireert te sijn binnen de tien jaren, na dato dat hetselve is gegeven, ende dat hij sulx gefrustreerd soude blijven van het profyt, dat hij hadde verwacht voor sijn gedane moeyten enz. versoeckende daerom enz. octroy te mogen doen drucken, in verscheiden spraken;

Eerstelick het voorsz. boeck: „Reedenen van den verloop des jaers enz." met een nieuwen altijts durende calendrier, volgende het formulier bij hem geexhibeert, met noch eenige instrumenten totte selve boucken behorende, als voornaemlyck dat instrument geinti-

tuleert „speculum noemenarum aut lunationum, in duitsch, den spiegel der nieuwe maenden" de selve te doen maecken in papier, kooper, silver of gout, oft ander stoffe, om met de handt geregeert te worden, of automato motu met gewicht te doen bewegen.

Nogh een boucxke van de meetingen des circkels, Noch een boucxken van de beschrijvinge en dat gebruyk der algemeene Sterrenhandthaave bij Gemmam Frisium genaamd astrolabium catolicum, welks gebruyk eertijts bij denselven was begonst eñ na sijn doot bij sijnen soon Corn. Gemma geabsolveert, ende hetwelck bij den supplt. seer soude sijn verbetert ende vermeerdert, enz.

Soo ist dat wij enz. hem bij dese octroyeren, enz."

15)* Solutie op die eē en vijftich- || ste ende tweenvijftichste Propositie. die met wille sonder Fa- || cit sijn voorghestelt in eenen Boeck onlancx wtghegheven || nen by Meester Nicolaum. Petri Daventriensem. || van die inleydinghe hoemen verstaen ende ghebruycken sal || die Celeste ende Terrestre Cloote. || Mitsgaders eenighe bedencken/ Cautelen/ ende waernemingen op verscheyden || den Geometrische Propositien int selue Bouck voorgestelt. || Vignette: een houtsnede, voorstellende den schrijver in zijn studeervertrek. || Ghedaen bij Adrianum Anthonij. || Alcmarianum Geometram. || beminder der Mathematische ||Conste. || Ghedruckt t'Alckmaer by Aert Corneliss3./ wonende by de Craen op Dronc- || ken oort/ tegen ouer de steenen Brugge. Anno 1589. in 4°.

A—C. (24 bladz. zonder pagineering.

Na den titel „Totten Const Liefhebbende Leser" (2 bladz.), het werk met 12 meetkundige figuren, uit de hand met inkt geteekend in daarvoor tusschen de tekst gespaarde ruimten; op eene witte bladzijde de „Errata" zeven in getal, met dezelfde hand geschreven.

16) Generaliteits Notulen, 17 Maart 1603.

„Octroye verleent aen Mr. Adr. Anthonisz. ingenieur van de generaliteyt, in 10 jaren alleene te mogen maken, uytgeven ende vercopen, seker instrument bij hem geinventeert, dat hij noemt „astrolabium annulare".

17) Een gegraveerde titel, „*Joannes à Doetecum Fecit*", stelt een gebeeldhouwde kast voor tusschen twee stuurlieden; daaronder eene zee met schip, dolfijn en visch, rondom zeevaartkundige instrumenten; daarboven eenige matrozen aan een kaapstander; hierboven nog een bord met de woorden

Teerste Deel vande

Verder op de kast het overige van den titel.

Spieghel der Zeevaerdt, vande nauigatie || *der Westersche Zee, Inne-houdende alle de Custē* || *vā Vranckrijk, Spaignien eñ t'principaelste* ||

deel van Engelandt, in diuersche Zee Caerte || begrepe, met den gebruijcke van dien, nu met || grooter naersticheijt bij ee vergadert en ghe- || practiseert, Door Lucas Jansz Waghenaer || Piloot ofte Stuijrman Residerende Inde || vermaerde Zeestadt Enckuijsen. || Cum Priuilegio ad decennium. || Reg. 1.5 8.3. *Ma. tis. || et Cancellarie Brabantie.*

Onder dezen gegraveerden titel is gedrukt

Ghedruct tot Leyden/ by Christoffel Plantijn/ || voor Lucas Jansz/ Waghenaer van Enckhuysen. || Anno M.D.LXXXIIII. in folio.

A, 8 bladz. (zonder paginering); bevat in verso van den titel „SONET" van I. DOVZA., Opdracht van Waghenaer aan Prins Willem I (3 bladz.) gedateerd „**Wt Enckhuysen den lesten || dach van October. Anno** 1583," een „Ode" geteekend „Hout en wint" (1 bladz.). „Aen de Oude ende Nieuvve Compaignie van t'by nae || veruallen Comptoir van Asseurantie binnen der stadt || HOORN. || Op desen Spieghel der Zeevaert. || ODE." van J. WALRAVEN (1 bladz.). „**Sommerisch begrijp ende inhout deses || Chaerte Boecks/ ende d'ordre daer inne gheuolcht**" (1 bladz.).

B—D, bladz. 5—40. Dan 23 dubbele kaarten van Holland, Frankrijk, Spanje en Engeland: op de eerste reeks komt de beschrijving.

Op deze kaarten komt soms zijn naam aldus voor (op kaart 4, 15)

„*Lucas aurigarius Enchu- || sianus Inuentor. || Joannes a Doetinchū fecit.*"

Daarop volgt de vertaling van eenige plaatsen in „François, Spaensch en Engelsch." (1 bladz.). Dan de titel.

„**Tafele der Declinatien der Sonnen/ || nae die oude maniere ende int Boeck van Peeter || de Medina uytghegeen**" (1 bladz.).

Vervolgens een dubbel previlegie, van „Die Coninclijke Maiesteyt..." ...Ghegheuen in onse Stadt van Antvverpen den tvvintichsten De- || cember 1579. Gheteeckent *J. van Asseliers.*" en van „Die Staten van Hollandt ende ghecommitteerde vande Staten van Zeelandt... ...Ghedaen inden Hage... den 7. Mey, anno 1580." (1 bladz.). Daarop volgen de tafels der declinatie (2 bladz.), een „**Totten Leser**" (1 blz.) en tot „**Aenden Boeckbinder**" (1 bladz.).

[18]) Deze titel is mede een gegraveerde, doch nu versierd met zes vrouwenbeelden.

„**Het tweede deel || Vanden Spieghel || der Zeevaert: inhoudende de ghe- || heele Noordtsche ende Oostersche || Schipvaert/ beghinnende vande || hoofden oft Voorlant van Enghe- || lant/ tot Wyburch ende der Nerue || in verscheyden Caerten begrepen: || Midtsgaders t'gebruyck van dien. || Met grooter neerstichelt nu eerst by een || vergadert/ ende beschreuen door Luy- || cas Jansz./ Waghenaer/ Stierman/ || woonende inde vermaerde Zeepstadt || van Enckhuysen. ||** *Cum Priuilegio Regiae Maiestatis, || & Cancellariae Brabantiae.* || **Ghe-**

druct tot Leyden, by Christoffel Plantijn, || voor Lucas Janssz Waghenaer van Enckhuysen. || ANNO. M.D.LXXXV. in folio."

A, 4 bladz. (zonder paginatuur) bevat in verso van den titel „Sommarisch begrijp ende inhout || deses tweede deel des Caertboecks." Dan opdracht aan „de Staten t'slants van Hollandt, ende VVest-Vrieslant." gedateerd „tot Enck- || huysen desen xvij. Julius. Anno M.D.LXXXV."

B—C, bladz. 1—19, tekst (ontbreekt in de exemplaren, die ik hier beschreef).

j—xxj, 21 dubbele kaarten.

19) Dezelfde gegraveerde titel als bij het boek van Noot 17). In het vak boven den kaapstander staat: „*Teerste Deel vande.*" Op de kast zelve het volgende.

PARS PRIMA || *Speculum nauticum super nauigatione maris Oc-* || *cidentalis confectum, continens omnes oras mari-* || *timas Galliae, Hispaniae & praecipuarum partiū* || *Angliae, in diuersis mappis maritimis comprehensū* || *vna cum vsu & interpretatione earundem, accurata* || *diligentia concinnatū, & elaboratū per Lucam Johannis* || *Aurigarium.* || *Spiegel der Zeevaerdt, vande nauigatie der Westersche* || *zee Innehoudende alle de Custen van Franckrijck, Spaig-* || *nen, ēn t'principaelste deel van Engelandt, in diuersche* || *zee caerten begrepen, met den gebruijcke van dien,* || *nu met grooter naersticheijt bij een vergadert,* || *ēn gepractiseert Door Lucas Jansz Wagenaer.* || *Cum Priuilegio ad decennium. Reg. Ma. tis.* || *et Cancellarie Brabantie.* || 1.5.8.3. in folio.

Hetzelfde voorwerk als in het werk van Noot 17), behalve dat B—D hier gepagineerd is van 1 tot 36, en met andere letters is gedrukt.

Dan volgens het „Sommarisch begrijp ende inhout", kaart 1—23, en daarachter de twee niet genommerde kaarten

„*Beschrijvinghe van de vermaerde Ca-* || *nael ofte foert van Bristow.*"
„*Custe van Noorweghen.*"

20) Pars prima. Speculum nauticum super navigatione maris Occidentalis... ...Pars altera speculi marini cum Borealis tum Orientalis navigationis... ...auctore Luca Jansonio Aurigerio... interprete Martino Everarto Brugensi... Lugduni Batavorum, Franc. Raphelengius. 1586. in folio.

Latijnsche tekst met 45 kaarten.

21)* ESSAI || D'UNE || BIBLIOGRAPHIE || NEERLANDO-RUSSE. || CATALOGUE || D'UNE COLLECTION REMARQUABLE || DE || LIVRES, ATLAS, CARTES, || PORTRAITS, PLANCHES, MANUSCRITS, || HOLLANDAIS, || ET DE PLUSIEURS LIVRES ÉTRANGERS, || TOUS CONCERNANT || LA RUSSIE ET LA POLOGNE. || AVEC DES NOTICES BIBLIOGRAPHIQUES ET HISTORIQUES SUR LES ÉCRITS DE || AITZEMA, BLAEU,

MASSA, WAGHENAER, WITSEN, ETC. || PLUSIEURS SUR LES PORTRAITS ET PLANCHES HISTORIQUES, || ET UNE TABLE SYSTÉMATIQUE. || Le tout recueilli, décrit, et offert aux prix marqués par F. MULLER. || Amsterdam || FREDERIK MULLER. || 1r *Octobre* 1859. in 4°.

8 bladz. zonder pagineering.

1—22, bladz. 1—177.

22) Een gegraveerde titel gelijk aan die in de reeds beschreven uitgaven, met het onderscheid, dat de kaapstander vervangen is door eene globe met vier matrozen en twee jongens. Daarboven staat „Der erst Theil" en op de kast zelve

„Desz Spiegels der Seefart/ von || Navigation des Occidentischen Meers/ || oder der Westseen: In welchem alle Meer Vffer || oder Cüsten von Franckreich/ Hispanien/ Engel- || land/ etc. in viel See Carten (sampt ordentlich practi- || siertem gebrauch derselben) mit grossem fleisz zusam- || men getragen. Durch den Kunstreichen/ Hocher- || fahrnen/ vnd Weitberühmbten Piloten vnd Schiffs- || Steurman: Lucam Johannem Wegener von || Enchhüsen. || Cum Priuilegio ad decen- || nium Reg. Ma.tis & Can- || cellarie Brabantie. || Ausz Niederlandischer in Hochteudtscher spraeh getrewlich vbersetzt: Vnd allen hohen vnd niedrigen Standes Personen zum || besten/ mit hinbeygefügter (zu iederer Cärten) Chronographey/ oder (in Summarischem begreiff) || kürtzlich verfaszten beschreibung: der gelegenheyt desselben Landes vermehret. || Durch Richart Slotboem. Dauentriensem. || Getruckt zu Ambsterdam durch Cornelium Claeszsohn Buchhandlern doselbst. || Wonhafftig zum Schreibbuch/ an der altten Brucken auf dem Wasser. || M.D.LXXXIX. in folio.

A. acht bladzijden (zonder paginatuur). In verso van den titel een gedicht van den vertaler: „Der Schiffman spricht vom || Spiegel der Seefart." De opdracht aan „Ulrichen Hertzogen zu Meckelnburg" van Richart Slotboem Dauentriensis (2 bladz.) gedateerd „Datum || Ambsterdam am 23. tag des Maymonats/ Anno Christi 1589." Dan „Lucas Wagener zum Leser" (2 bladz.) gedateerd „Gegeben zu Enchhüsen/ Anno 1586. am 25. tag Martij." Vervolgens „Summarisch begreiff oder inhalt des er- || sten vnd andern theils dieses Cartbuchs" (1 bladz.) en „Register der Chronographey vnd Land- || beschreibung Richardi Slotboem" (1 bladz.). Deze komt telkens voor op de vierde, tot op deze uitgave wit gebleven, bladzijde van iedere kaart; zij bevat eene korte staatkundige aardbeschrijving.

B—D, bladz. 1—36 tekst.

Kaarten N°. 1 tot 19, XIX, 20—22.

Dan een titel, gelijk aan den voorgaanden alleen met de woorden „Der ander Theil'' enz.

„Desz Spiegels der Seefart von || der Nördschen das ist Mittnachtigen/ vnd || Orientischen Schiffart: Nemlich von den Hoeff- || den oder den Vörläde

von Engelland abe biss gehn || Wyburgh vnd der statt Uerna. In viel Seecarten || (samt ordentlich practisiertem gebrauch derselbi- || gen)," enz.

Daarop een opdracht aan de „Fürsten vnd Herren, Herrn Johan Fridrichen, vnd Herrn || Ernest Ludwigen Hertzoge zu Stättijn", Pomern enz. (2 bladz.), gedateerd „Datum || Ambsterdam, am 28. tag des Monats Junij, Anno Christi. M.D.CXXXIX."

Dan kaarten N°. 23—46.

Eene lijst van vreemde namen (1 bladz.). „Zum Leser" (1 blz.). Declinatietafels naar den ouden stijl (3 bladz.), „Der Autor zum Leser", opwekking tot mededeeling van aanmerkingen; „An den Büchbinder" (1 blz.).

23) ADRIANI METII || *Alcmar. Prof. Mathes. in Acad. Frisiorum* || DE || GENVINO VSV VTRIVSQVE || GLOBI || TRACTATVS, || Adjecta est nova Sciatericorum & artis Navigandi ratio || novis Instrumentis, & inventionibus illustrata. || Vignette: eene zinnebeeldige voorstelling, waarvan de hoofdpersoon een keten aan den voet draagt, waarop de waterstraal eener fontein nederkomt: rondom staan de woorden „DVRVM PATIENTIA VINCIT." || FRANEKERAE || *Excudebat Vldricus Balck, Ordinum Frisiae Typographus.* || Sumptibus Joannis Jansonii, Bibliopolae Amstelodamens. Anno 1624. in 4°.

XVI bladz. bevatten titel, opdracht „ORD. FRISIAE DEPVT" (2 blz.) gedateerd „5 *Kal. Febr.* 1624", brief aan D. FABIANUS CZEMA (3 blz.) gedateerd. „Ex Acad. Fris. Kal. Febr. CIƆIƆIXXIV." Een vers van H. Bouricius (1 blz.) en een vers met Noot van PIERIUS WINSEMIUS (8 bladz.).

Dan

A—Dd, blz. 1—210 het werk onder het hoofd INSTITVTIONES ASTRONOMICAE. Libri I—IV.

24)* Institutiones Astronomicae & Geographicae, || Fondamentale ende gron- || delijcke onderwysinge van de Sterre- || konst, ende beschryvinghe der Aerden, door || het ghebruyck van de Hemelsche ende || Aerdtsche Globen. || Item hoemen op alderleye vlacke superfitien, de principale || Circulen des Hemels beschryven ende verscheyden || Sonnewysers bereyden sal. || Mitsgaders een korte ende klare onderrechtinghe van de || noodelijcke konst der Zeevaert: Inhoudende nieuwe ghe- || practiseerde instrumenten, konstighe practijcken || ende regulen daer toe dienende. || *Alles niet min diensligh voor Schippers ende Stuerluyden, als* || *vermakelijck voor alle liefhebbers der selver konste.* || Beschreven door D. Adrianum Metium Alcmariensem, Mathe- || seos Professorem in de Universiteyt van Vrieslandt. || Vignette: eene sphaera armillaria. || Ghedruct tot Franeker, by Thomas Lamberts Salwarda. || Voor Willem

Jansz. tot Amsterdam in de Sonnewyser. 1614. || Met privilegie voor ses jaren. in 4°.

X bladz. bevatten titel en in verso „Extract uyt de Privilegie," de opdracht (4 bladz.) gedateerd „*Actum Franeker; den* $\frac{2}{12}$ *April*, 1614." Twee verzen van *J. Jurians Brouwer* (3 blz.) *Olivier* (1 blz.).

A—Et, blz. 1—150, daarop bij drukfout 251—328. Het werk zelf in vier Boeken.

Op bladz. 328 komt eene vignette voor, een weegschaal met de twee globen: bij de hemelglobe, die de weegschaal doet doorslaan, staat „PRAESTAT."

25) Van dit werk is een verbeterde, dichter in een gedrukte, herdruk van 1621, houdende, behalve hetzelfde voorwerk, A—Aa, blz. 1—185.

26)* Nieuwe Geographische || ONDERVVYSINGHE, || VVaer in ghehandelt vvordt die be- || schrijvinghe ende afmetinghe des Aertsche || Globe, ende van zijn ghebruyck. || Mitsgaders een gronde- || lijcke onderwijsinghe vande principale puncten der Zee- || vaert: Inhoudende sonderlinghe nieuwe ghepracticeer- || de Instrumenten/ Constighe practijcken/ di- || versche noodtlijcke Regulen/ die alle || Piloten ende Stuer-luyden || behooren te verstaen. || Beschreven door Adrianum Metium Alcmariensem || Professorem in de Academie van Vrieslandt. || Vignette: een schip omringd door zeemonsters, waarboven: „GODT BEWAERT IN NOOT. || Tot Francker/ By || Thomas Lamberts Salvvarda. 1614. in 4°.

A—N, blz. 1—104.

O, 8 bladzijden (niet gepagineerd) eene „TABULA SINUUM, TANGENTIUM, SECANTIUM," voor elke 10 minuten in 5 decimalen, met eene „Korte instructie."

27) PRAXIS NOVA || GEOMETRICA || PER || VSVM CIRCINI || ET || *Regulae Proportionalis.* || Autore || ADRIANO METIO ALCMARIANO, || Mathaes. Professore ordinario. || Vignette: eene meetkundige figuur, met de inscriptie „*Prop.* 2 & 4 || *Lib.* 6. *Eucl.*" || FRANEKERAE, || Ex officinâ Vlderici Dominici Balck, Ordinum || Frisiae & eorundem Academiae Typographi. || Expensis Johannis Jansonii, Bibliopol. Amstelrodami. || M.DC.XXIII. in 4°.

VIII bladz. bevatten: titel en in verso „CARMEN" van PIERII WINSEMII, Opdracht „ORD. FRIS. DEPVTATIS: || ET || ACADEMIAE CVRATORIBVS" (4 blz.), brief aan „D. LAVRENTIO REAEL" (2 bladz.) waarin de figuur op den titel wordt aangehaald.

A—F, blz. 1—47 het werk zelf.

28)* ADRIANI METI || M. D. & Matheseos Profess. Ordinarii. || Maet-constigh Liniael/ || ofte || PROPORTIONALEN BY || ende || PLATTEN PASSER. || Als mede || De Sterckten-Bouwinghe/ || ofte || FORTIFICATIE. || Onlanghs uyt het Latijn in onsen Nederlandtschen || sprake overghesett/ || Door PETRVM BAARDT, M. D. & Ma || theseos Studiosium. || By den Autheur vele vermeerdert/ ghelijck de volgende Pagina aenwijst. || Vignette || Ghedruckt tot Franeker. || By Ulderick Balck/ Boeckdrucker Ordi- || naris der E. E. Heeren Staten van Vrieslandt. 1626. || Men vintse te koop tot LEYDEN, || By Bonaventura ende Abraham Elzevier. Met plaat. in 4°.

XII blz. bevat titel en in verso „Inhoudt deses Boecks," zestien afdeelingen; opdracht aan „ERNEST CASIMIR || Grave toe Nassau &c. || Stadthouder van Vrieslandt enz." door Petrus Baardt M. D. (4 blz.). Dan diens „Naeghebootste *Vranie*" (2 blz.); De vier Specien van ARITHMETICA; ghe- || lijckmen die selve inde practijck van GEOMETRIA || ghewoonlijck is te ghebruycken" (4 blz.).

A—M, blz. 1—58, 55, 58, 61, 58, 59, 64, 65, 62—95, blz. 96 in blanco.

29)* FORTIFICATIE || Ofte || Sterckten-Bouwinghe || ADRIANI METII Matheseos Pro- || fessoris Ordin. tot Franeker. || Waer in gheleert wert/ hoemen op de nu || ter tijdt ghewoonlijcke manier/ alle Schanssen, For- || tressen, Steden/ etc. sal afbeelden/ afsteecken ende || vast maken. || Vignette: meetkundige figuur, een regelmatige vijf en tienhoek, met omgeschreven cirkel. || *Tot Franeker.* || Ghedruckt by Ulderick Balck/ Boeck- || drucker Ordinaris der H. H. Staten van Vrieslandt. Anno 1626.

A—E, blz. 3—39.

30) Eeuwighe || Handt-Calendier || In het welcke gheleert wordt/ eeuwich- || lijck/ alle de Feest-daghen/ des Jaers soo be- || weechlijck als onbeweechlijck/ midtsgaders de || Lunatien ende water-ghetijden/ op een nieuwe || manier/ door de leeden der vingeren des handts || te reeckenen/ ende te tellen. || Door || ADRIANUM METIUM M. D. & Ma- || thes. Prof. Ordinar. || Vignette: eene uitgestoken hand met ten deele digtgeknepen vingers, zie de laatste bladzijde van vel C. || Tot Amsterdam/ By Jan Janss. Boeckvercooper op 't Water in- || de Pas-Caert. Anno 1627 in .

VIII blz. bevatten titel, opdracht aan de Curatoren van Franeker (5 blz.).

A—D, 64 bladz. (niet gepagineerd).

31)* Fundamentale onder- || wysinghe/ || *Aengaende* || De Fabrica, ende het veelvoudigh ghebruyck || van het Astrolobium, || Soo *Catholicum*, als *particulier*. || Beschreven || Door Adrianum Metium M. D. eñ Professorem in de || Mathematische consten binnen Franeker. || Vignette: eene meetkundige figuur, zie bladz. 4. || Voor Hendrick Louwerens Boeckvercooper

tot Amsterdam.|| Tot Francker,|| Ghedruckt by Vlderick Balck, geordineerde Boeck-|| drucker der E. H. H. Staten van Vrieslandt.|| Anno 1627. klein 4°.

VIII bladz. bevatten titel, opdracht aan „de Heeren BEWINTHEB-BEREN|| der Vereenighde ende gheoctroyeerde Oost-Indi-||sche Compaignie deser Nederlanden," gedateerd „Gheghevem tot|| Francker den 5. Julij 1627" (4 blz.). Een „Tot den goetwilligen Leser". Een naamvers van „PIERIUS WINSEMIUS|| Frisiae Historiographia", waar van de veertien eerste regels beginnen met de letters ADRIANVS METIVS.

A—Aa, blz. 1—190, het werk in „eerste tot vijfste deel." Aan het einde staat „Eynde deses eersten Tractaets."

Daarop volgt de titel.

Het tweede Tractaet/|| Van de|| Proprieteyten, eygenschappen/ Solutie en|| ontsluytinghe der Sphaerische Triangulen.|| *Midtsgaders*|| Een figuerlijcke aenwysinghe, hoe door de selve alle|| Astronomische en Geographische quaestien ofte Vraeg-||stucken solveert werden/ alles in drie deelen ver-||vatet.|| Door Dn. Adrianum Metium M.D. ende Profess. ordin.|| Vignette: een sphaera armillaria.|| Tot Francker/|| Ghedruckt by Vlderick Balck, geordineerde Boeck- || drucker der E. H. H. Staten aen Frieslandt. Anno 1627.

In verso van den titel „Psal. 19. vers. 1."

Aa—Xx, blz. 1—168, in drie deelen.

Daarna de titel.

Het derde Tractaet'|| Van't|| Opmaken ende het ghebruyck des par-||ticulieren *Astrolabiums.*|| Door|| Dr. Adrianum Metium M. Doct. ende Profess. ordin.|| Vignette: eene zonnewijzer|| Tot Francker,|| Ghedruckt by Vlderick Balck, geordineerde Boeck-||drucker der E. H. H. Staten van Vrieslandt.|| Anno 1627.

Bb—Ddd, blz. 3—48.

83)* Als verzameltitel voor het werk een gegraveerde titel. Te midden van zeven symbolische figuren een steenen tafel, waarop ADRIANI METII ALCMAR. D. M.|| *et*|| Matheseos profess. ordin.|| PRIMVM MOBILE|| ASTRONOMICÈ, SCIOGRAPHICÈ,|| GEOMETRICÈ *et* HYDROGRAPHICÈ|| *nova Methodo Explicatum*|| IN|| I. Sphaera.|| II. Planisphaerio.|| III. Triang. Sphaericis.|| IV. *Tab.* Astronomicis|| Loxodromicis.|| V. Lineamentis Geo-||metricis|| Opus absolutum, IV. Tomis distinctum.|| Een fraai portret van den schrijver, waarom een lauwerkrans,|| *Cum Privilegio.*|| Amstelodami,|| *Apud Joannem Janssonium.*|| Anno 1631. in 4°.

Daarop eene opdracht „*Illustribus & Praepotentibus*|| Frisiae inter Flevum & Lavicam|| ORDINIBVS" gedateerd „Nonis Martii CIↃ.DC.XXXI." (6 bladz.): Dan verzen van H. BOVRICIVS, JC. ac Senat. Fris (1 blz.) van JACOBVS *à* TEYLINGEN J.V.D. *apud Alcmar. vir consularis* (1 blz.) van PIERII WINSEMII JCti. (9 blz.) van M. WINSEMIUS D. & Med.

Prof. ordin. (1 blz) van GEORGIUS PASOR G.L. Professor (2 bladz.). Daarop de „Synopsis" der vier deelen (3 bladz.).

A—Ff, blz. 1—232. Doctrinae Sphaericae Libri I—IV.

Dan titel.

Doctrinae Sphericae,|| LIBER V.|| GEOGRAPHICVS.|| DISTINCTIONEM MENSVRAM||& usum globi terrestris continens.|| PER || ADRIANVM METIVM S.S. *Med. Doct. & Matheseo* (sic)|| *Professorem in Acad. Franeq.*|| Vignette: eene sphaera armillaria.|| FRANEKERAE.|| Apud VLDERICVM BALCK, Ordinum Frisiae & eorun-||dem Academiae Typographum.|| Anno 1630.

Gg—Zz, blz. 235—352, 153—166 (moet zijn 353—366).

Dan nog een vers van D. DAVID HERLICUS,|| *Physicus Ordinarius Lubecensium, & P. L.* (2 blz.).

Het tweede deel heeft tot titel

EXERCITATIONIS || ASTRONOMICAE|| Tomus Secundus|| ASTROLABIVM,|| Hoc est,|| *Astrolabii utriusque accurata descriptio, eorundumque fabricam, &* || *usum in Astronomia et Geographia multiplicem complectens, et*|| *Triangulis Sphaericis* (*modo hactenus incognito*) *demonstrans.*|| Opus Mathematicum Studiosis apprimè utile & ne-||cessarium, continetque partes sex.|| *Autore* ADRIANO METIO. SS. *Med. Doct. & in inclyta Frisio-*||*rum Acad. Matheseos Professore ordinario.*|| Vignette: eene meetkundige figuur, zie bladz. 7.|| FRANECARAE,|| Excudebat VLDERICVS BALCK, Ord. Fris. Typographus.

Dan een „Ad Lectorem" (2 blz.).

A—Mm, blz. 3—271, waarvan blz. 181—271 bevat

Canon Triangulorum || SIVE || TABVLAE|| SINVVM|| TANGENTIVM|| ET|| SECANTIVM.|| „*Ad partes Radii* 100000. *et ad scrupula prima Quadrantis,*" dus voor elke minuut met 5 decimalen.

Het derde deel heeft tot titel

EXERCITATIONIS || ASTRONOMICAE || TOMVS TERTIVS, || SIVE || Historia Astronomica,|| QVAE|| Duobus modis historiam de astrorum situbus explicat;|| 1. *In Triangulis sphaericis per Astrolabium & per canonem Trian-*||*gulorum.*|| 2; *In Tabulis Astronomicis.*|| Vignette: een meetkundige figuur, (zie bladz. 100 van het tweede deel).|| FRANEKERAE|| Excudebat Vldericus Balck, Illustr. Fris. Ord. & eorun-||dem Academiae Typographus. Anno 1630.

A—Ii, blz. 3—256.

Het vierde deel heeft tot titel

INSTITVTIONIS|| ASTRONOMICAE|| TOMVS QUARTVS.|| IN QUO|| *Primi mobilis problemata Geometrice delineantur &*|| *Arithmeticè resolvuntur.*|| ATQUE|| TABVLAE GEOGRAPHICAE ET HYDRO-|| graphicae describuntur, & per easdem, tumque per Canones ex|| Secantibus conflatos ars Navigandi absolvitur.|| Vignette: eene meetkundige figuur, zie bladz. 23.||

FRANEQVERAE.|| Apud Vldericum Balck, Ordinum Frisiae,|| & eorundem Academiae Typographum.|| Anno 1631.

A—V, blz. 1—146, en dan 14 blz. (zonder pagineering) met den titel

Canon Parallelorum ex singulorum minu-|| torum Secantium additione conflatus,|| per quem canon Rumborum construi-|| tur atque axiomata artis navígandi gene-|| raliter absolvuntur.

33)* Astronomische ende Geographische || ONDERVVYSINGHE. || Inde welcke || Door t' gebruyck des Aertschen Globi, ofte || gebulte Caerten/ midtsgaders t'Astrolabium Catho- || licum, ende platte Pas-Caerten de const der Zeevaert verlicht/ ende || de Schippers ende Stuerluyden duydelijck ende cortelijck in haere || voyagie onderricht worden. || *Beneffens* || Twee nieuwe tafelen ROMBORUM, || Wt de welcke veerdich ende met seer geringe moeyte de Zeylagien naer de rondicheyt van de Globe/ sonder eenighe merc- || kelijcke faulte/ worden afgereeckent. || DOOR || Adrianum Metium. Alcm. Med. Doct. & Mathe- || seos Prof. ord. binnen Franeker, || vignette: eene meetkundige figuur: (zie bladz. 188). || Tot Amsterdam, || By Hendrick Lanwerensz. Boeckvercooper op 't Water/ || in 't Schrijf-boeck/ Anno 1632. in 4°.

XX bladz., bevatten titel, opdracht aan de regeering „des wijtberoemden Coopstadts || Amsterdam" (5 bladz.), gedateerd „In Franeker || den 1. November. 1632."

Daarop volgt „Extract uit de Privilegie" (1 blz.) en verzen van PETRUS BAARD, Medicus (2 bladz.) van J. JURIANS, Brouwer (2 bladz.) met eenige „fauten". Dan „Index" (7 bladz.) met „Fauten" (2 bladz.).

A—I, blz. 1—72.

Daarop de titel

Het tweede deel/ Waer in ghehandelt wordt t'gebruyck || van het || Astrolabium Catholicum, || AENGAENDE || De puncten die ghedienstigh zijn tot de Zeevaert/ ende || alle Stuyrluyden nootwendich behooren || te weten. || Vignette: meetkundige figuur (als op den titel van het werk in Noot 31). || Tot Franeker, || Ghedruckt by Vlderick Balck, boeckdrucker || ordinaris van Frieslandt. || Anno 1632.

K—P, blz. 75—116.

Dan de titel

Het derde Deel. || Clare ende grondelijcke || onderwijsinghe der princepaler pun- || cten des Zeevaerts. || Aengaende eenighe Instrumenten, die om in Zee || te gebruycken, de bequaemste zijn. || Vignette: een zonnewijzer, zie bladz. 143, || Tot Franeker enz. als boven.

R—V, blz. 119—158.

Dan de titel

Het vierde Deel. || Van tweederley Cijffer- || tafelen/ genaemt || TABVLAE

Romborvm. || Wt welck men met seer geringe arbeyt al- || leen door Additie ende Subtractie in de eerste tafel; || Maer in de tweede/ door een simpele multiplicatie/ seer perfect ende || sonder merckelijcke faute alle afmetinge der Zeylagien naer de ron- || dicheyt van de globe konnen afmeten. || Vignette: dezelfde meetkundige figuur als voor het tweede deel. || Tot Franeker, || Gedruckt by Vlderik Balck, boeckdrucker || ordinaris van Frieslandt. || Anno 1682.

Op de verso van dezen titel een „Nota" en daarop

X—Ff, 76 bladz. (zonder pagineering). „De eerste Tafel || Romborvm" in vier deelen en „De tweede Tafel || Romborvm" in *twee Deelen.*

Gg—Ii, blz. 161—175 en 3 bladz. ongepagineerd. Daarop de titel

Het vijfste Deel, || Van de || Onvolmaecktheyt en het || onseker gebruyck der Zeevaert/ || Ende || Hoemen bequaemlijck remedieren sal, als bevon- || den werdt/ door de geobserveerde polus hoochte/ dat in de || bekende gissinge der beseylder mijlen/ ofte in sijn vertroude course || door het wraken van het Schip ofte andersins ghevalieert en || misgeslagen is. || Vignette: eene meetkundige figuur, zie bladz. 188. || Tot Franeker, Ghedruckt by Vlderick Balck, Boeckdrucker || Ordinaris van Frieslandt. || Anno 1682.

Ii—Oo, blz. 177—223.

34) Mensvra || geographica, || et || Vsvs globi terrestris, || *Artisque Navigandi Institutio, novis Instrumentis & || Inventionibus adaucta* || per || Adrianvm Metivm Alcmarianum. || Vignette: dezelfde als op het boek van Noot 23. || Franecarae || *Excudebat Vldericus Balck, Ordinum Frisiae Typographus.* in 4°. zonder jaartal.

a—l, blz. 1—84, het werk met het hoofd „Institvtio || geographica || *Mensuram & usum Globi Terrestris continens* || pars altera."

Hieruit zoude volgen, dat het een tweede deel van het voorgaande werk is. Een jaartal ontbreekt geheel, waardoor dit vermoeden wel bevestigd wordt.

BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN

IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.

XIII. Handschrift van Franciscus van Schooten.

1. Onder de talrijke, prachtige en belangrijke feestgaven, die de Leidsche Hoogeschool ter gelegenheid van haar driehonderdjarig bestaan, den 8sten Februarij 1875, ontving, behoort een folioband met den rugtitel

MATHEMATI-(sche)
WERCKEN DOO(r)
F. VAN SCHOOT(en).

Dit is een geschenk van ons medelid J. G. DE HOOP SCHEFFER; het is merkwaardig voor de geschiedenis der wetenschappen van dien tijd, omstreeks 1620. De gever houdt het doorloopende schrift, waarmede ook een nader te vermelden tusschen-titel voorkomt, voor eigenhandig: het keurige schoonschrift op de 52 eerste bladzijden voor dat van een onder VAN SCHOOTEN's leerlingen. Zijne meening, als zoude het eerste schrift gemakkelijk als zijn eigen hand kunnen geconstateerd worden, door middel van het Album Civium Academicorum, is niet bevestigd, omdat onze VAN SCHOOTEN nimmer Rector Magnificus is geweest. Het is mij ook niet mogen gelukken, in de verzamelingen aan onze Bibliotheek een handschrift of brief van onzen VAN SCHOOTEN in handen te krijgen, ter vergelijking. Toch

ben ik het met den gever eens, dat dit werk waarschijnlijk grootendeels eigenhandig door VAN SCHOOTEN, den vader, is ter neder geschreven.

Verder deelt de gever nog mede, dat hij het boek in 1854 geërfd heeft van zijnen oom J. DE HOOP; deze in 1822 van zijne nicht MARIA KRUIJER; en deze laatste wederom van haren neef MATTHIJS VET. Laatstgenoemde was in 1744 geboren, en verzamelde eene bibliotheek, ook over wiskunde; uit deze bibliotheek was dit handschrift bewaard gebleven om de prentjes, die er in voorkomen. De genealogie van dit werk gaat dus eene eeuw terug, verder niet.

2. Wat vooreerst den schrijver aangaat, Mr. FRANCISCUS VAN SCHOOTEN, deze werd in 1581 te Leiden geboren, waar hij 11 December 1646 stierf. Na den dood van LUDOLF VAN CEULEN in 1610 (zie Bouwstoffen N°. VIII) nam hij diens hollandsche lessen in wiskunde waar, en werd in 1615 tot hoogleeraar alhier aangesteld; deze betrekking bekleedde hij tot zijn dood, en werd toen door FRANCISCUS VAN SCHOOTEN, zijn zoon en naamgenoot, opgevolgd. In het jaar 1627 gaf hij uit Tabulae Sinuum Tangentium Secantium in 8°. [1]), waarvan ik nog bezit een herdruk door J. J. STAMPIOEN van 1632 te Rotterdam [2]), van 1683 te Brussel [3]), alsmede eene fransche vertaling van dezen herdruk [4]), eindelijk een druk te Rouen van 1672 [5]). In den eersten druk zegt hij.

„Heb || daerom de selve voor eenighen || tijt tot mijn particulier gebruyck, || met groote moeyte uyt haer dif- || ferentien ghecorrigeert, alsoo dat || ick seecker houde gheen eenighe || faute daer in te zijn. Daerom, en || door begeerte van eenighe lief- || hebbers, heb niet connen naelaten, || de selve door den druck ghemeen || te maecken, in welcke mede zoo || nau en sorghvuldigh is ghelet, dat || daer door van der selver seecker- || heyt niet en is te twijfelen."

Vandaar de, helaas niet onbetwiste, roem van nauwkeurigheid bij deze tafels.

Verder gaf hij uit „de 15 Boecken der Elementen van Euclidis," waarvan ik slechts een tweede uitgave bezit door J(acob) v(an) L(eest) te Amsterdam in 1662 bezorgd [6]). Eindelijk nog „Roozenkrans te Dordrecht, 1623 in 4°."

[illegible] van Hunne Hoogmogenden;
[illegible] was, bewijst o. a.
[illegible] van RENATUS DES-CARTES,
[illegible] Philosophiae te Amsterdam,
[illegible] bevat als randschrift, rondom
[illegible]

[illegible] DOMINUS DE PERRON, NATUS HAGAE
[illegible] VLTIMO DIE MARTII." In de
[illegible] »Franciscus à" »Schooten
[illegible] et fecit. Anno 1644."
[illegible] HVGENII FIL."
[illegible] gegevens, om over te gaan
[illegible]

[illegible] waarvan de 301 eerste
[illegible] de vier marges met roode
[illegible] zijn grootendeels met
[illegible]; daartusschen komen
[illegible] hand, met donkerder inkt,
[illegible]. Mede van dezelfde hand
[illegible] 255:
[illegible] An. 1622 door Frans van
[illegible] en | Dependerende scientien
[illegible]

[illegible] 111, vindt men een andere
[illegible] toevoegsels uit lateren tijd.
[illegible] wel besluiten, dat het
[illegible] FRANS VAN SCHOOTEN zelven.
[illegible] de inrichting van het boek
[illegible] maar van tijd tot
[illegible] de bladzijden; daarop
[illegible] soms nog verscheidene
[illegible] die hoofden nog eerst eenige
[illegible] te blijken, dat het boek eerst
[illegible] tegenwoordigen toestand; ook
[illegible] te bespeuren tusschen de werk-
[illegible] voorkomen. Men verkrijgt
[illegible] heeft, als eene verzameling
[illegible] lessen. Slaat men nu het
[illegible]

oog op den straks vermelden datum, 25 Nov. 1622, dan wijzen ook deze omstandigheden er op, dat het boek door F. VAN SCHOOTEN, bij zijne lessen werd gebruikt. En daarmede komen goed overeen de keurige prentjes, waarmede de figuren soms zijn geïllustreerd, zie bijv. 136—169; zij wijzen op een geoefend teekenaar, zooals VAN SCHOOTEN was. Voor ons hebben zij te meer waarde, omdat zij, naar de overlevering, het middel zijn geweest, om dit boek uit de vergetelheid te bewaren.

4. De inhoud van dit handschrift volge nu.

bls. 1. „Extractie Des quadraet wortel:"

Voorbeeld

			19				
	1	4	97	53			
2	20	21	88	65	12		
3	81	46	97	26	56	25	Quadraet
1	9	5	3	1	2	5	sijde
	23	89	00	66	22	4	
		33	99	00	00		
		33	9				

waarbij alle cijfers, behalve die van de „sijde" doorgestreept zijn.

bls. 4. „Extractie Des Cubiq wortel."

Voorbeeld

	14			waar alle cijfers wederom zijn doorgestreept, behalve de zijde 3125.
3	726	250		
30	517	578	125	
3	1	2	5	
	99	393	6	

31	312	3125	waarbij alle cijfers der uitkomsten zijn doorgestreept.
9	93	936	
2791	936	18750	
	2808	9375	
	29016	28125	
	2	2925000	
	580328	5	
		14625000	
		125	
		146250125	

bls. 7. „Vande Tiende Getallen."

Hij gebruikt deze notatie „346,875(3)", om aan te duiden dat er drie decimalen zijn.

blz. 16. „Fondamenten van Geometrie." Difinitien [1—32] (Tusschen de bladz 16 en 17 is er een blad uitgesneden.)

blz. 23. „Gemene Bekentenissen" [Axiomata 1—16].

blz. 25. „Volgen de propositien" [1e Bouckx, Prop. 4—6, 13, 8, 15, 16, 18—21, 26, 27, 29, 32—35, 37, 41, 43, 47].

blz. 36. „2en Bouckx." Prop. 1, 3—6, 9, 10, 7.

blz. 44. „3en Bouckx." Prop. 3, 16, 20, 22, 31, 32, 35, 36.

blz. 47. „Des 6en Bouckx." Prop. 1—4, 8, 14, 16, 19.
De bladzijden 53, 54 zijn wit.

blz. 55. „Van t'Gebruyck des passers en Liniaels || Te Weeten, Hoemen door deselue alle geometrische Fygueren, || linien en Houcken, maecken en vinden sal" Etc. || (Bladz. 62—64 wit). De laatste werkstukken luiden: Hoemen Beschrijven sal een slanghtrek, een geometrische Rose.

blz. 70. „Transformatie van Fygueren, Te weeten Hoemen || allerley Rechtlinische Fygueren veranderen sal in sodanige || Form alsmen Begeert."

blz. 76. „Additie in Fygueren."

blz. 78. „Subtractie in Fygueren."

blz. 80. „Multiplicatie in Fygueren."

blz. 83. „Divisie in Fygueren." Het laatste werkstuk leert een cirkel, wiens inhoud 12 is, te verdeelen in drie cirkels, wier inhouden zijn 3, 4, 5.

blz. 92. „Practijck des Landmeetens || Te weeten Hoemen alle Formen van Beganglicke || landen met de Roede Meeten, Ende door getallen || wtreeckenen sal."

De werkstukken op bladz. 108, 109, 110, zijn alleen geconstrueerd, niet berekend, zooals de vorige dit waren. Het werkstuk op blz. 111 is van de vroeger vermelde latere hand. Bladz. 112 is wit.

blz. 113. „Vant gebruyck der Tafelen Sinus Tangens || en Secans, te weeten hoemen door deselue || alle Onbeganglicke distantien, Hooghten || en Diepten meeten sal."

Schrijver gebruikt hier vijf decimalen, maar geen decimaalteeken achter den index.

blz. 135. „Exempelen vant Meeten van || allerley Hoochten En Diepten."

De werkstukken op bladz. 140, 141, 142, 148, 149, zijn

niet afgewerkt. Bladz. 171—173 zijn wit. Bij verschillende werkstukken is de constructie met andere inkt geschreven, dan de berekening, die dus later is bijgevoegd; doch altijd met dezelfde hand. Het is in deze afdeeling, dat de prentjes voorkomen.

blz. 173. „Meetinge van onbeganglicke landen, || Door 't gebruyck der tafelen, Sinus, Tangens, || Secans." Het werkstuk op bladz. 190 is niet afgemaakt.

blz. 191. „Meetinge van Circkels en Circkelstucken." Bovenaan staat een cirkel, met de twee grenzen van het getal π in 35 decimalen, op dezelfde wijze als de figuur op de titelplaat van LUDOLF VAN CEULEN's „vanden Cirkel. Delf 1596 in folio" (zie Bouwstoffen, N°. VIII).

blz. 198. „Deelingen van Allerley Formen van Landen." Bladz. 221, 222 wit.

blz. 223. „Metingen van Onbeganglicke landen sonder || t'gebruyck der Tafelen." Blz. 241, 242 wit.

blz. 243. „Meetingen van Allerley Formen van Corpora || Als van Aerde, Steen, Hout, Water, Iser, Etc." Hier verdeelt hij de maten als volgt:

Cubiq Roede, Este	Cubiq Duim
Schijfvoet ofte Schacht	Schijfgrein
Riemvoet	Riemgrein
Cubiq voet	Cubiq Grein
Schijfduim	
Riemduim	

waarbij ieder volgende maat het tiende deel der vorige is, „Na de ordre der Tiendegetallen", namelijk Grein, Duim, Voet

Bladz. 254, 256, 260, 262, 268, 270—278 zijn wit.

blz. 279. „Vant wijn Roeijen, of Meeten van allerley vaten grootte". Bladz. 282—284 wit.

blz. 285 bovenaan. „Begonnen den 25en nouember || Anō 1622 door Frans van Schooten || proffessor der Fortificatien En || Dependerende scientien in̄ Vniversiteyt tot leyden." Verder is deze bladzijde wit, even als 286.

blz. 287. „Diffinitien 1—42." Bladz. 293 wit, 294—297 constructien.

blz. 298. „Vant maecken der Regulare Fygueren met den || passer En liniael, opt papier."

bls. **(304)** zonder pagineering „Manier Hoemen Opt veldt een Irregulaer ‖ Bolwerck afsteecken sal." Bladz. (307)—(314), (322), (324), (326), (328), (336), (338), (340) wit. De overige bladzijden bevatten teekeningen van bolwerken, hetzij opgeteekend, hetzij in schets.

bls. **(341)**. „Manier Hoemen een Irregulare plaets ofte oude stadt ‖ welcke men Begeert te fortificeeren, Inden grondt sal leggen ‖ Ofte een perfeckte Afteickeningh daervan maecken sal. ‖ Mede te Bereeckenen hoe groot deselve sy."

Bladz. (342)—(352), (354), (356)—(358), (360), (362), (364), (366), (368), (370), (372), (374), (376), (378), (380), (382), (384), (386), (388), (390), (392)—(396), (398), (400), (402)—(404), (406), (408), (410), (412), (414), (416)—(418), (420)—(422), (424), (426), (428), (430), (432)—(434) wit; de overige bevatten teekeningen zonder tekst, hetzij in schets, hetzij meer of minder opgeteekend en gewasschen.

bls. **435**. „Batterien" (met potlood) (436), (438), (440), (444), (452), (454), (458), (459), (462), (464), (466), (468), (470), (472), (474), (476), (478), (480)—(486), (493), (495), (497), (499), (500), (505), (506), (511), (512) wit. Bladz. (488)—(491), (501)—(504) en (507)—(510) bevatten tekst en berekeningen; de overige alleen teekeningen, of slechts in schets, of ook meer of minder opgeteekend en gewasschen. Bij bladz. (477) staat met potlood, maar altijd van dezelfde hand, „leger voor gulick."

5. Uit de voorgaande beschrijving volgt duidelijk genoeg, dat het werk, dat voor mij ligt, niet op eens, maar slechts van lieverlede ontstaan is; dat het niet alleen bestemd was voor opteekening ten eigen nutte, maar wel degelijk, om den inhoud ook aan anderen mede te deelen. Brengt men dit in verband met den reeds besproken datum, dan mag men zich gerechtigd houden tot het besluit, dat het voor des schrijvers lessen of collegien heeft gediend. En dat wij dus den welwillenden gever dank mogen heeten, dat hij dit bewijs van ijverige wetenschappelijke werkzaamheid van den hoogleeraar FRANS VAN SCHOOTEN aan de Leidsche Hoogeschool als feestgave heeft willen schenken.

6. Na zijn dood werd deze FRANCISCUS VAN SCHOOTEN op-

gevolgd door zijn zoon en naamgenoot FRANCISCUS VAN SCHOOTEN, die professor bleef tot aan zijnen dood 30 Mei 1660. Hij maakte zich vooral beroemd door de invoering niet alleen van de methode van DESCARTES in ons land: maar inzonderheid door zijne uitgaven van de wiskunde van DESCARTES. De eerste was zijne „Geometria à Renato des Cartes van 1649" in 4°. [8]) met de Noten van FLORIMOND DE BEAUNE, en zijne eigene Commentarii, benevens een Additamentum. De tweede druk van 1659, in twee deelen, 4°. [9]), bevatte echter veel meer; tusschen de Commentarius en het Additamentum voegde VAN SCHOOTEN in een Appendix de cubicarum aequationum resolutione; na het Additamentum komen nu twee brieven van den Burgemeester JOHANNES HUDDE en een van HENDRIK VAN HEURAET. En het tweede deel bevat „de Principia Matheseos Universalis seu Introductio ad geometriae methodum Renati des Cartes", de tweede druk, [de eerste druk was in het jaar 1651 afzonderlijk verschenen [10])], en daarvan twee Tractatus posthumi van FLORIMOND DE BEAUNE (die, zoo als ook uit de opdracht blijkt, 27 Sept. 1601 geboren, den 19den Augustus 1652 overleden was). Beide stukken zijn van de hand van ERASMUS BARTHOLINUS CASPARI fil.; de voorrede van het eerste is gedateerd „*Scribebam Leidae,* || *Anno* CIↃIↃCL. || *Calend. Jun.*", hij was toen student te Leiden; die van het tweede „*Hafniae, Anno* || CIↃIↃCLVII", toen hij Medicinae & Mathematum Professor Regius publicus in Academia Hafniensi was geworden.

Uit dezen tweeden druk zoude, wat den titel betreft, waarop de naam van FRANS VAN SCHOOTEN niet voorkomt; — en evenzeer wat de „LECTORI S." aangaat — schijnen te blijken, dat BARTHOLINUS de schrijver was. In die voorrede toch deelt BARTHOLINUS mede, dat hij dit werk naar de lessen van FR. VAN SCHOOTEN, met zijn goedkeuring, en na zijn onderzoek schreef; „*postquam ad hasce oras, Academiam Illustrem,* || *quae Leidae est, accessi, Vir Celeberrimus atque Doctissimus* || *Franciscus à Schooten, Matheseos ibidem Professor publicus,* || *me Artem Analyticam, hancque Methodum, tam eximiâ fide* || *docuit... non modò veniam (de elementis hisce evulgandis) hujus zeli impetravi, sed & eam* || *huminitatem, ut omnia perlegere & examinare haud grava-* || *tus fuerit, lucemque ingenii & consilii sui porrigere*". Maar op de beide

Catalogi, voor de beide deelen gedrukt, staat er: „FRANCISCI A SCHOOTEN, Principia Matheseos Universalis" en op de laatste bladz. 48 staat aan het hoofd: FRANCISCUS À SCHOOTEN ‖ AD LECTOREM, en daarin geeft deze de „menda" van dit werk zelf, en tevens die van zijne „Exercitationes" van het jaar 1657; alsof het werk hemzelven toekwam. Wendt men zich echter tot de eerste uitgaaf [zie Noot (10)], dan vindt men daar „Francisci à Schooten Principia — edita ab Er. Bartholino, Casp. Fil."; overigens bijna hetzelfde voorwerk en dezelfde tekst, als bij de „Editio secunda". Men mag het er dus voor houden, dat de „Principia" het werk zijn van FRANS VAN SCHOOTEN, maar dat zij door ERASMUS BARTHOLINUS zijn „edita of conscripta", bijv. naar de lessen of het dicteeren van VAN SCHOOTEN zijn opgeteekend.

Daarop volgen in de verzameling de Elementa curvarum linearum van JOHANNES DE WITT, 2 Libri; en eindelijk een Tractatus posthumus van FRANS VAN SCHOOTEN De Concinnandis demonstrationibus geometricis ex calculo Algebraico; hetwelk door zijn broeder PETRUS VAN SCHOOTEN in het licht werd gegeven.

Behalve dezen arbeid gaf hij uit in 1657 zijne „Exercitationum Mathematicarum, Libri V" [11]): welk boek ook in het nederlandsch in het jaar 1659 verscheen „Mathematische Oefeningen, in V Boucken" [12]), waarvan er eene nieuwe titeluitgaaf in 1660 uitkwam [13]). Van deze vijf boeken zijn de voorredens in het latijn (en ook in het hollandsch) gedateerd, van het eerste, 12 Sept. 1656, van het tweede, 15 December 1656, van het derde, 1 Januari 1657; die van het vijfde draagt geen datum; die van het vierde is gedateerd 1 Nov. 1646. Van dit laatste boek bestaat er dan ook een vroeger afzonderlijke uitgaaf „De organica Conicarum Sectionum in plano descriptione Tractatus." Lugd. Bat. 1646 in 4°. [14]).

7. De zoo straks genoemde broeder PETRUS VAN SCHOOTEN was geboren 22 Febr. 1634, was reeds een jaar lang lector in de wiskunde, toen hij zijne broeder FRANS opvolgde in 1661: in 1669 verkreeg hij verlof, om ook in het latijn te onderwijzen; hij bleef professor tot aan zijn dood, 30 September 1679. Het is mij niet bekend, dat hij iets heeft uitgegeven, dan het bovengenoemd werk van zijn broeder FRANS.

Deze drie VAN SCHOOTENS, de vader zoowel als de beide zoons, waren geplaatst aan de Ingenieurschool, opgericht in het jaar 1600 (zie Bouwstoffen N°. VIII), en waaraan LUDOLF VAN CEULEN de eerste hoogleeraar was; te zamen onderwezen zij dus aan die school zeventig jaren.

Maart 1875.

NASCHRIFT.

8. Hoezeer door mij geene moeite was gespaard, om eene gelegenheid te zoeken tot het identifieeren van het handschrift van FRANCISCUS VAN SCHOOTEN den vader, in het behandelde MSS, mogt mij dit niet gelukken; tot ik onlangs van mijnen ambtgenoot Prof ENSCHEDÉ te Groningen vernam, dat aan de bibliotheek zijner Akademie, eene reeks MSS. van de familie VAN SCHOOTEN voorhanden waren, waarvan hier de opgaaf moge volgen.

I. Een MSS. van F. A SCHOOTEN, gedat. 5 Dec. 1632, bevattende:

Demonstratio Constructionis quatuor Ovalium.

Oplossing der Cubische Aequatien door de Parabel en Hyperbola.

Problemata uit de Lessen van Prof. Golius en Otterlo.

Aanmerkingen op de beschrijving der Parabola en Hyperbola, volgens Descartes.

Aanmerkingen over verscheidene Problemata van Apollonius, Archimedes, &c.

Clavis Mathematica.

Specimen Arithmeticum et Algebraicum.

De grootste gemeene maat.

Van de gebrokene getallen.

De Genesi et Analysi Potestatum, &c.

Over de Wortels eener Cubische Aequatie.

Verschillende Regelen, om te bepalen, welke getallen quadraat of cubicq zijn.

Compendium Musicae.

Doctrina Prostaphaeretica.

Trigonometria Logarithmica.

II. MSS. van FR. à SCHOOTEN bevat:
Matheseos universalis. Lib. I.
Ratio et proportio. Lib. II.
De Symmetria et Asymmetria. Lib. III.
De Analysi Mathematica. Lib. IV.
Pars altera de Arithmetica.

III. Verschillende stukken van Diophantes Alexandrinus, uitgewerkt door FR. à SCHOOTEN.

IV. Verschillende uitgewerkte stukken van FR. à SCHOOTEN over de Algebra.

V. Lessen van F. VAN SCHOOTEN over Arithmetica.

VI. F. VAN SCHOOTEN, Verhandeling over de Arithmetica.

VII. Lessen, gehouden door F. VAN SCHOOTEN, 9 Dec. 1655, over de Natuur, constructie en 't gebruik der Logarithmische Tafelen van Briggs en Vlacq.

VIII. Eene volledige verhandeling over de Sphaerische Driehoeksmeting van F. VAN SCHOOTEN, door zijn broeder.
Hierbij vele Astronomische Problemata.

IX. Kompleet Tractaat over de Arithmetica en een groot gedeelte der Algebra, behelzende de laatste Voorlezingen van Prof. FR. VAN SCHOOTEN, die 30 Mei 1660 overleden is, en door zijn broeder P. VAN SCHOOTEN is opgevolgd.

X. MSS. van F. à SCHOOTEN, waarbij Aanteekeningen van P. VAN SCHOOTEN, gedat. April 1656, bevat:
Arithmetique ou l'art à chiffrer.
Tabulae Logarithmicae &c. in het Nederduitsch.
Deeling der figuren door evenwijdige linien zamengesteld.
Fundamenta quibus usus fuit FR. à SCHOOTEN.
Eene Verhandeling over de Fortificatie.

XI. P. à SCHOOTEN et F. à SCHOOTEN.
Ad locos planos et solidos.
Appendix ad Isagogen topicam, continens Solutionem problematum solidorum per locos.
De Tangentibus Linearum Curvarum.
De Centro gravitatis parabolici Conoidis.
Extrait d'une lettre du 15 Juin 1636 au P. Mersenne &c.
Propositio per quatuor puncta Parabolam describere.

Problema 10 Nov. 1642: invenire cylindrum maximi ambitus in sphaera.

XII. PETRUS VAN SCHOOTEN (Prof. te Leiden) a° 1655, verschillende verhandelingen.

1°. Figurae ceteraque quae desiderantur in L. II. Geographiae B. Vareni.

2°. Guido Ubaldi Planisphaeriorum universalium Theorica. Dit handschrift heeft aan het einde:

„Scripsit PETRUS à SCHOOTEN, Hagae Comitis, Anno 1665," waaruit zoude volgen, dat hij toen te 's Gravenhage woonde.

XIII. Oplossing van verschillende Geometrische en Algebraische Vraagstukken, door P. VAN SCHOOTEN.

XIV. Specimen Problematum algebraicorum sectionumque, quae in cono effici possunt, auctore P. VAN SCHOOTEN.

XV. De Cos-rekening, benevens eene Verhandeling over de Irrationale grootheden. Door P. VAN SCHOOTEN.

XVI. Euclidis Elementa van PETRUS VAN SCHOOTEN.

9. Het handschrift N°. I heb ik door de welwillendheid van bovengenoemden Hoogleeraar kunnen gebruiken, tot vermeld doel.

In den aanvang bleef dit Handschrift N°. I weigerachtig, omdat daarin meer dan ééne hand scheen voor te komen; maar een nauwgezetter onderzoek bracht mij eindelijk op het spoor. Aan het einde toch van het Compendium Musicae staat:

„Bredae Brabantinorum pridie Calendas || Januarias anni MDCXVIII completo."

Daaronder met andere hand

„cum ageret (ni fallor) annum 21_{num}.

Scripsit haec pro domino Zecmanno Scholo Dordra- || cenae moderatore, nunc temporis cum primum in has regiones venisset, et ex Schola Flechiana in Gallia ubi studuisset, sortitus esset, ut ibi multas || se incumberet. Mansit autem Bre- || dae per 15 menses unde in Germaniam discessit || dum intestina bella ibi orirentur: ut mihi ipse || narravit. ||

Habentur et Libri in Bibliotheca Flechiana sua || manu notati et Collegio donati, nam ibidem moris || est quemquam non egredi scholam qui non donarit || ipsae Bibliothecae librum aliquem."

Deze bijzonderheden kunnen alleen slaan op RENATUS DESCARTES, en zij strooken dan ook geheel met hetgeen van zijn

reizend en trekkend leven bekend is; waartoe dan het bovenstaande eene misschien nog onbekende bijzonderheid oplevert. De sprekende (of schrijvende) persoon [ut *mihi* ipse narravit] is dus zonder twijfel onze FRANCISCUS VAN SCHOOTEN: derhalve ziet men hier zijne hand.

En nu is deze kleine, geleerde hand volstrekt ongelijkvormig aan het groote klerkachtige schrift, dat eerst in het Leidsche MSS. voor de hand van VAN SCHOOTEN gehouden werd.

Het blijkt dus dat het in dit opstel beschreven handschrift van VAN SCHOOTEN — hoewel zeer waarschijnlijk door hemzelven opgesteld, en van tijd tot tijd vermeerderd, — niet door hemzelven is geschreven; maar dat hij daartoe twee verschillende schrijvers achtereen gebruikte; dit laatste blijkt daaruit, dat in het eerste gedeelte (blz. 1—52), met een staande letter geschreven, later aanmerkingen zijn ingelascht, geschreven met meer loopende hand.

10. Maar het onderzoek van het Groningsche Handschrift N°. I leerde mij nog meer. Vooreerst vond ik daarin onder het hoofd, Caput. XII, „de genesi et Analisy potestatum &c." een manier om den vierkantswortel te trekken uit een irrationeel quadrinomium. De bewerking luidt dus

Extraheert den quadraetwortel uit $108-\sqrt{1200}+\sqrt{2000}-\sqrt{60}$

$108 - \sqrt{1200} + \sqrt{2000} - \sqrt{60}$

$108 - \sqrt{1200}$

864

108

11664

1200

$12864 - \sqrt{55987200}$ quadraet des eenen deels

substratr. $2060 - \sqrt{480000}$ quadraet des anderen deels

$10804 - \sqrt{46099200}$ Rest

10804

43216

86432

10804

116726416

46099200

70627216

$\sqrt{}$

8404

10804 10804

19208 9604

9604 1200

$\sqrt{}$

$98 - \sqrt{1200}$ wortel

Addeert $108 - \sqrt{1200}$ meeste deel

$206 - \sqrt{4800}$ Somme

$103 - \sqrt{1200}$ Helft

103

309

103

10609

1200

9409

$\sqrt{}$

97

103 103 $108 - \sqrt{1200}$ Meeste deel

200 100 $103 - \sqrt{1200}$ substraheert

100 3 5

wortel oft 10 $- \sqrt{3}$ $+ \sqrt{5}$

eerste deel Rest of tweede deel des wortels

Komt voor den begeerden wortel $10 - \sqrt{3} + \sqrt{5}$.

Hiervan luidt de stelkundige verklaring aldus

Zoek $a+\sqrt{b}+\sqrt{c}$ uit $(a+\sqrt{b}+\sqrt{c})^2=(a^2+b+c)+$
$+2a\sqrt{b}+2a\sqrt{c}+2\sqrt{bc}=R^2$.

Neem daartoe

$$P^4=(a^2+b+c\ +2a\sqrt{b})^2-(2a\sqrt{c}+2\sqrt{bc})^2=$$
$$=[(a^2+b+c)^2+4a^2b-(4a^2c+4bc)]+$$
$$+[(a^2+b+c)\,4a\sqrt{b}-8ac\sqrt{b}]=$$
$$=[(a^2+b-c)^2+4a^2b]+[(a^2+b-c)\,4a\sqrt{b}].$$

Om hieruit den wortel te trekken zij verder

$$Q^2=[(a^2+b-c)^2+4a^2b]^2-[(a^2+b-c)\,4a\sqrt{b}]^2=$$
$$=[(a^2+b-c)^2+4a^2b+(a^2+b-c)\,4a\sqrt{b}]\times$$
$$\times[(a^2+b-c)^2+4a^2b-(a^2+b-c)\,4a\sqrt{b}]=$$
$$=[a^2+b-c+2a\sqrt{b}]^2[a^2+b-c-2a\sqrt{b}]^2=$$
$$=[(a^2+b-c)^2-4a^2b]^2$$

dus $Q=(a^2+b-c)^2-4a^2b$.

Neem hiervan som en verschil met het rationele deel van P^4, dan komt er

$$\begin{array}{lll} 2 & 2(a^2+b-c)^2 & 8a^2b \\ \hline & (a^2+b-c)^2 & 4a^2b \\ \hline \surd & a^2+b-c & +2a\sqrt{b}. \end{array}$$

Tel hierbij de beide eerste termen van R^2

$$\begin{array}{lll} & a^2+b+c & +2a\sqrt{b} \\ \hline & 2(a^2+b) & +4a\sqrt{b} \\ \hline 2 & a^2+b & +2a\sqrt{b}; \end{array}$$

dan komt er; trek af van genoemde twee 1e termen van R^2 $\begin{array}{ll} a^2+b+c & +2a\sqrt{b} \\ a^2+b & +2a\sqrt{b} \end{array}$

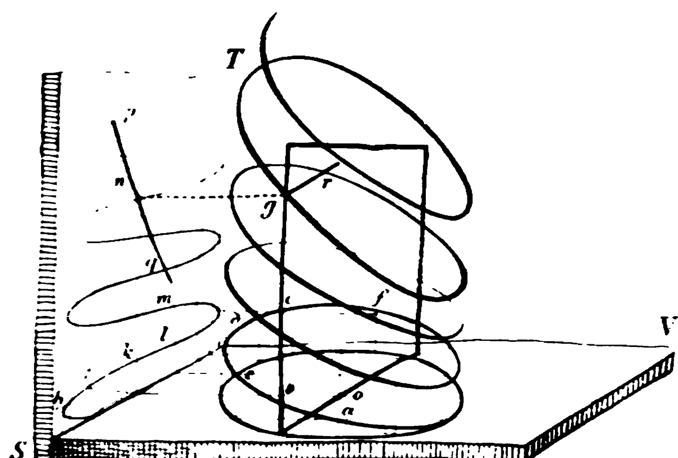
op de gewone wijze vindt men hier

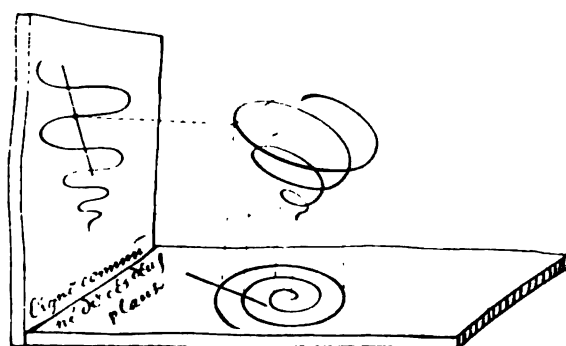
$$\begin{array}{llll} & a^2 & b & c \\ \hline \surd & a & +\sqrt{b} & +\sqrt{c} \end{array}$$

is dus de wortel, waarvan men was uitgegaan.

11. Vooral belangrijk kwam mij de oplossing voor van een vraagstuk door twee loodrechte projectie-vlakken, als in de beschrijvende meetkunde, zooals men hier in 1632 zeker niet zoude verwachten.

Dit stuk komt voor onder het hoofd: „Over de wortels eener cubische Aequatie", en luidt aldus.


T
V
S
n
g
r
q
m
l
k
h
f
o
a


Ligne commune de ces deux plans

Ex Descartio, quot radices in cubicis aequationibus || occurrunt, tot plurimum problema admittit casus. || Sub primo genere linearum curuarum continentur circulus || Parabola, Hyperbola, Ellipsis, sub secundo genere || comprehendentur, Conchoidis vulgaris, parabola || descripta ex motu alterius alicujus, et rectae lineae || et catena nempe quae eodem modo describuntur per || intersectionem rectae lineae et aliae cuius libet coni sec- || tionis, ut circuli, Hyperbolae et Ellipseos. Et quem- || admodum circulus linearum curuarum primi generis prima est atque || simplicissima, sic item conchoides quae ortum suum || habent ex circulo curuarum secundi generis, prima || est atque simplicissima. Rursus, quoniam circulus || non soluit omnia problemata solida et quadrato-qua || dratica, sic item conchoides non omnia soluit pro- || blemata surdesolida, et quadrato-cubica et rursus ut || parabola soluit omnia problemata cubica et quadrato-cu- || bica (quae ad cubica reduci possunt) sic item parabola || secundi generis soluit omnia problemata surdesolida || et quadrato-cubica (quae ad surdesolida reduci possunt)". ||

Eene nieuwe bladzijde begint met figuur 1. Daaronder

„In plano S V, proponatur cilindrus quidam, cuius basis circulus circa O constructus, et in cuius super- || fitie descripta sit helix cilindrica *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*. Datum || jam sit punctum *g* in Helice, et oporteat ducere rec- || tam lineam, per punctum *g* quae secet Helicem ad ad rec- || tos angulos (ut *g r*). Erigatur planum aliquod S T ad || rectos angulos, ipsi plano S V, in quo ab infinitis || punctis helicis ut *a*, *b*, *c*, *d*, *e* &c. demittantur perpendicu- || lares *ah*, *bi*, *ch*, *dl*, *em* et *gn*. Haec igitur perpen- || diculares cum in plano S T describant etiam aliam quam- || dam Helicem, ut *h*, *i*, *k*, *l*, *m*, *n* &c. Ducatur in plano || S T per *n* punctum recta *p n q* secans hanc helicam ad || rectos angulos, et intelligatur planum infinitum, transiens per || rectas *p n q* et *n g*, quod secet planum infinitum duc || tum per *g b*, (quae quidem perpendicularis est ad basin circu- || li) et *b o* (quae ab hoc puncto *b* ducitur per centrum cir- || culi O) secundum rectam lineam *g r*. Dico rectam || *g r* secare Helicem *a b c d* &c ad rectos angulos. At- || que in tali sensu intelligenda sunt posteriora verba Libri secundi".

Eene nieuwe bladzijde begint met figuur 2. Daaronder

„Aliquando in utraque parte aequationis non sunt ‖ aequales dimensiones et fit quando unitas deter- ‖ minata subintelligitur, fitque breuitatis causa, o- ‖ riginem sumens ex progressioni, quod saepe in cubicis ‖ aequationibus accidit ut in parabola, ubi plurimum ‖ distantia verticis a foco pro unitate sumitur."

12. In hetzelfde handschrift N°. I, is vooraan nog eene bibliographische zeldzaamheid ingeplakt, een dier wiskunstige vraagstukken, die eenige wiskundige aan de liefhebbers ter oplossing voorstelde. Dit is een „PROBLEMA ASTRONOMICUM ET GEOMETRICUM door *Johan Stampioen*" [15]) gedrukt in plano, met eene plaat in kopergravure. Aan den kant is door VAN SCHOOTEN de oplossing geschreven, althans tot zekere hoogte aangegeven.

Februari 1877.

AANTEEKENINGEN.

---

1)* TABVLAE || SINVVM || TANGENTIVM || SECANTIVM, || ad Radium 10 000000; || *Met 't gebruyck der selve in* || *Rechtlinische Triangulen,* || *Door* Fr. van Schooten || *Professor Matheseos* || *tot Leyden.* || Vignette: eene meetkundige figuur voor de constructie der goniometrische lijnen. || *Tot Amsterdam,* || *Bij Willem J. Blauw* || *in de Sonnewyser.* || 1627 || in 8°. klein formaat.

A—O, 216 bladz. niet gepagineerd,

bevatten de titel, die geheel gegraveerd en met zinnebeeldige figuren versierd is, „Korte || INSTRVCTIE || deser tafelen" (12 bladz.),

dan: CANON || SINVVM, || TANGENTIVM || ET || SECANTIVM. || Ad Radium. || 10000000.

in 7 decimalen (181 bladz.).

In verso. „Van 't ghebruyck der Ta- || felen in 't meten der platte || Triangulen". 31 bladz.

2)* TABVLAE || SINVVM || TANGENTIVM *et* SECANTIVM, || ad Radium 10000000; || *Met 't gebruyck der selver in Rechtlinische* || *triangulen, Door* Fr. van Schootē || gecorrigeert, || *Ende in 't cort by gevoecht, d'ontbindinghe* || *der Sphaerischer-Triangulen, met noch* || *eenige Constige Geometrische, ende* || *Polygonaelsche questien.* || *Door* J. J. STAMPIOEN *de Jonge;* || vignette als boven. || TOT ROTTERDAM || *bij de Weduwe van Matthys bastiaensz. op 't Steyger,* in 12°.

De titel is gegraveerd, doch verschilt van dien voor het boekje in noot (1).

A—K, 236 bladz., niet gepagineerd,

is op dezelfde wijze ingericht als het vorige boekje, behalve dat het voorwerk 10 bladz. en het achterwerk 45 bladz. telt.

Daarachter volgt

Kort || BY-VOEGHSEL || der || SPHAERISCHER || Triangulen. || *Door* || J. J. STAMPIOENIVM; || *Iuniorem;* Mathematicum. || Vignette: eene meetkundige figuur, die voorkomt op de 28ste bladz. || TOT ROTTERDAM, || By de Weduwe van Matthys || Bastiaensz, Boeck-verkooper, Op 't || Steyger, in Josephus, 1632, in 12°.

A—C, 10 bladz. zonder paginatuur.

In verso van den titel, een vers van *J. J. Paep* „Aen den Gheleerden, Konst- || rycken Ionghelingh; || JOHAN STAMPIOEN."

Dit boekje begint aldus:

„Dus verder verhaelt synde, de || uyt-rekeningh der recht-lini- || scher triangulen; ende dat ten || deele door 't gebruyck der vo- || renen beschreven tafelen."'

waaruit blijkt, dat het werkelijk behoort bij de eerst beschreven tafels, en dat deze dus evenzeer in 1632 zijn gedrukt.

³)* TABULAE || SINUUM || TANGENTIVM || *et* || SECANTIVM || Ad Radium 10,000,000. || *Met 't gebruyck der selve in Recht-* || *linische Triangulen.* || DOOR || FRANCISCUS VAN SCHOTEN || *Professor Matheseos tot Leyden.* || Van nieuws volgens de correcste || Exemplaria over-sien ende || verbetert. || TOT BRUSSEL, || By LAMBERT MARCHANT, || in den goeden Herder. || M. DC. LXXXIII. in 12°.

A—I, 228 bladz., zonder paginatuur: met dezelfde inrichting als in Noot (1), met 12, 181, 35 bladz.

Tegenover den uitgeschreven gedrukten titel, vindt men een gegraveerden, met de woorden:

TABVLAE || SINVVM || TANGENTIVM || SECANTIVM || ad Radium 100000000 || CVM || TRIGONOMETRIA || Triangulorum planorum || Studio || FRANCISCI SCHOTEN || *Math. Prof. Lugd. Bat.* || Vignette: dezelfde meetkundige figuur || BRVXELLIS || *Apud Lambertum* || *Marchant* || *sub signo* || *Boni pastoris.* || 1683.

⁴)* TABLES || DE SINUS || TANGENTES || ET SECANTES || Ad Radium 10000000. || *Avec une methode de resoudre tres-fa-* || *cilement par leur moyen tous les* || *Triangles Rectilignes &* || *Spheriques.* || PAR || FRANCOIS SCHOTEN || *Professeur de Mathematique en* || *l'Vniversité de Leyden.* || Reveuës & exactement Corrigées || en cette Edition, || A BRUSSELLES, || Chez LAMBERT MARCHANT, || Libraire au Marché aux Herbes. || M. DC. LXXXIII. in 12°.

A—I, 224 bladz.

De tekst is Fransch, maar de verdeeling is weder dezelfde met 12, 181, 31 bladz.

Er is een gegraveerde titel volkomen gelijk aan die in het werk van Noot (3).

⁵)* TABLE || DES SINUS || DES TANGENTES || ET SECANTES || POVR LE RAYON || 10000000. || *Par* Fr. de SCHOTEN. || Vignette als bij Noot (1) || A. ROÜEN || chez || DAVID BERTHELIN || ET || JACQUES LUCAS || Rüe || aux Juifs. 1672. || *Avec Privilege du Roy.* in 12°.

A—T, 250 bladz. zonder paginatuur.

De titel is weder eene gravure, doch veel grover dan de voorgaande: de tekst is fransch; de inrichting is dezelfde in 12, 181, 47 bladz.

6)* De 15 Boecken der || Elementen || Van Euclidis, || Met korte verklaringen eeni- || ger Propositien. || *Uyt het Latyn Overgeset*, || Door Frans van Schoten, || in sijn leven Professer Matheseos der || Hooge Schoole tot Leyden. || *En nu vergroot door* J. V. L. *met* || *het sesthiende Boeck van* Christophoro || Clavio, *trouwelyck uyt Latyn Vertaelt*, || *ende met een Aenhangsel der Fonda-* || *menten vande Mathematische Namen* || *ende Coracteren* (sic) *verryckt, in dese const* || *gebruyckelyck tot gerief der Aencomelingen*. || t'Amsterdam, || By *Jacob van Leest*, op 't Water in de || Blaeuwe Kroon. 1662. in 12°.

VIII bladz. zonder pagineering, bevatten titel, en opdracht aan „*Den E: ende Godtvruchtighen* || *welgeleerden Jonghman* Justo || Bonardo student Matheseo, || *weuscht* (sic) J. V. L. *Geluck* || *en Salicheyt lang le-* || *ven, en Salich* || *sterven*."

A—L. Bladz. 1—243. bevatten Bouck I—XVI. (bladz. 1—199).
bladz. 200—208. „*Fondamenten vande Mathematische const.*"
bladz. 209—243. „*Aenhang op de* 15 *Boucken* || Euclidis.

7)* Renati || des-cartes || principia || philosophae. || *Nunc demum hac Editione diligenter reco-* || *gnita, & mendis expurgata.* || Vignette; Minerva met een boom en het devies: ne extra oleas. || Amstelodami, || Apud Ludovicum & Danielem Elsevirios, || Anno cIɔ, IɔcLVI. || *Cum Privilegiis.* || in 4°.

44 bladz. bevatten vóór den titel een fransche titel:
„Renati || des-cartes || opera || philosophica. || editio tertia. || *Nunc demum hac Editione diligenter recognita,* || *& mendis expurgata.*"
de „Contenta" de „Typographvs || ad lectorem." || en het portret.
Nà de Titel volgt het „Privilege" van Frankryk, de opdracht aan „Elisabethae. || Frederici Bohemiae Regis, || . . . || Filiae natu maximae." (6 blz.), de „Epistola Avthoris". (15 bladz.) en de „Index" (13 bladz.).
A—Ee, bladz. 1—222.
Dan een nieuwe titel en index (16 bladz.).
a—hh. bladz. 1—248.
Dan een nieuwe titel en voorwerk (24 bladz.)
A—M. bladz. 1—92.
Index. 4 bladz.

8)* Geometria, || à || Renato des Cartes || Anno 1637 Gallicè edita; nunc autem || Cum Notis || Florimondi de Beavne, || *In Curiâ Blaesensi Consilarii Regii,* || In linguam Latinam versa, & commen-

ta- || riis illustrata, || *Operâ atque studio* || FRANCISCI à SCHOOTEN, || Leydensis, in Academiâ Lugduno-Batavâ, Matheseos || Professoris, Belgicè docentis. || Vignette: een spittende landman, met het motto: „FAC ET SPERA". || LVGDVNI BATAVORVM, || Ex Officinâ JOANNIS MAIRE. || CIϽIϽCXLIX. in 4°.

XII blz. (niet gepagineerd) bevat titel, opdracht aan „ELISABETHAE, || FRIDERICI BOHEMIAE REGIS, Comitis Palatini, & Electoris Sacri Ro- || mani Imperii, filiae natu || maximae" (4 bladz.) gedateerd „*Dabam Leydae, XII Kal. Julii,* || *Anni* CIϽIϽCXLIX"; dan „LECTORI BENEVOLO" (3 blz.) INDEX (3 blz.).

A—P, blz. 1—118· Libri I—III.

P—X, blz. 119—161. FLORIMONDI DE BEAVNE || IN GEOMETRIAM || RENATI DES CARTES || NOTAE BREVES.

X—Oo, blz. 162—294. FRANCISCI à SCHOOTEN || IN GEOMETRIAM || RENATI DES CARTES || COMMENTARII.

Oo—Vu, blz. 295—336. ADDITAMENTUM. De laatste bladzijde bevat de „Errata".

Daarop twee bladzijden (niet gepagineerd) met verbeteringen.

9)* GEOMETRIA, || à || RENATO DES CARTES || Anno 1637 Gallicè edita; postea autem || Unà cum NOTIS || FLORIMONDI DE BEAVNE, || In Curia Blesensi Consilarii Regii, Gallicè conscriptis in || Latinam linguam versa, & Commentariis illustrata, || *Operâ atque studio* || FRANCISCI à SCHOOTEN, || in Acad. Lugd. Batava Matheseos Professoris. || *Nunc demum ab eodem diligenter recognita, locupletioribus Commentariis* || *instructa, multisque egregiis accessionibus, tam ad uberiorem expli-* || *cationem, quàm ad ampliandam hujus Geometriae ex-* || *cellentiam facientibus, exornata,* || Quorum omnium Catalogum paginav ersa exhibet || Vignette: Minerva onder olijfboom met de spreuk „NE EXTRA OLEAS. || AMSTELAEDAMI Apud Ludovicum & Danielem Elzevirios, || CIϽIϽCLIX. in 4°.

XII blz. voorwerk, hetzelfde als in het vorige werk. Tegenover den titel een fraai portret van Descartes, gegraveerd door van Schooten, hetzelfde als voorkomt in het boek van Noot (7). In verso van het portret, een fransche titel

RENATI || DES-CARTES || GEOMETRIA. || EDITIO SECUNDA. || *Multis accessionibvs exornata, & plus alterâ* || *sui parte adaucta.* In verso van den titel de CATALOGVS || eorum, || Quae hoc Opere continentur. ||

[blz. 1—106]. RENATI DES CARTES Geometria, tribus libris com- || prehensa.

[blz. 107—142]. FLORIMONDI DE BEAVNE in illam NOTAE BREVES.

[blz. 143—344]. FRANCISCI à SCHOOTEN in eandem Commentarii, || recogniti & aucti.

[blz. 345—368]. ejusdem Appendix, de Cubicarum Aequationum || Resolutione.

[blz. 369—400]. ejusdem Additamentum. in quo continetur solu- || tio artificiosissima difficilis cujusdam Problematis ; || & Generalis Regula de extrahendis quibuscunque || Radicibus Binomiis.

[blz. 401—405: een begeleidende brief voor de twee volgende, van Johannes Hudde, gedateerd „Amstelaedami ipsis || Calendis Aprilis 1658"].

[blz. 406—506, 507—516]. Johannis Huddenii Epistolae duae, quarum altera || de Aequationum Reductione, altera de Maximis & Minimis || agit.

[blz. 517—520]. Henrici van Heuraet Epistola, de Curvarum || Linearum in Rectas transmutatione.

Hetgeen tusschen de haakjes [ ] voorkomt, staat niet in den „Catalogus".

Dit eerste deel bevat vel A—Ttt.

Het tweede deel bevat vier stukken, die ook in den voorgaanden Catalogus, en op nieuw in een catalogus aan het hoofd van dit tweede deel worden aangegeven; maar ieder heeft vervolgens een afzonderlijken titel. Vooreerst de titel:

Principia || matheseos || vniversalis, || sev || introductio || ad || geometriae methodvm || Renati des Cartes || *Conscripta ab* || Er. Bartholinus, Casp. Fil. || *Editio Secunda, priore correctior.* || vignette, als bij het eerste deel. || Amstelaedami, || Apud Ludovicum & Danielem Elzevirios, || CIↃIↃCLXI.

XIV bladz. (zonder pagineering) bevatten de opdracht (10 blz.) gedateerd „*Leidae* || *Anno* CIↃIↃCL. || *Calend. Jun.*" dan Lectori s. (4 blz.)

A—F. blz. 1—48. De laatste bladzijde heeft tot titel Franciscus à Schooten || ad lectorem", waarin hij de „menda" opgeeft voor dit werk en zijne „Exercitationes van 1657".

Daarop de titel.

De || aequationum || *Natura, Constitutione, & Limitibus* || Opuscula Duo. || *Incoepta à* || Florimondo de Beavne, || *in Curia Blesensi Consiliario Regio:* || *Absoluta verò & post mortem ejus edita* || ab || Erasmio Bartholino, || Medicinae & Mathematum in Regia Academia || Hafniensi Professore publico. || Vignette, als boven || Amstelaedami, || Apud Ludovicum & Danielem Elzevirios, || CIↃIↃCLIX.

G, H blz. 49—63 (niet gepagineerd) bevatten opdracht aan „Joachim Gersdorph" (5 blz.) gedateerd „*Hafniae Anno* || CIↃIↃCLVII". Epistola praeliminaris || *Ad Clarissimum Virum* || Claudium Hardy (16 blz.) Florimondi de Beaune || Praefatio (1 blz.).

Dan H—T blz. 63—152. Het boek zelf, afgebroken door een

brief van Er. Bartholinus aan Franciscus à Schooten, blz. 117—120 (niet gepagineerd).

Dan de titel.

Johannis de Witt || elementa || curvarum || linearum: || Edita || Operâ Francisci à Schooten, || in Academia Lugduno-Batava Matheseos || Professoris. || Vignette, als boven || Amstelaedami. || Apud Ludovicum & Danielem Elzevirios, || CIↃIↃCLIX.

V. blz. 153—158. Brief van Johannes de Witt aan Fr. à Schooten (3 blz.)

V—Tt blz. 159—340. Het werk in twee boeken.

Daarop de titel.

Francisci à Schooten, || Leidensis, || *dum viveret in Academia Lugduno-Batava* || *Matheseos Professoris,* || Tractatus || de || concinnandis || demonstrationibus || geometricis || ex Calculo Algebraïco. || *In lucem editus* || à || Petro à Schooten || Francisci Fratre. || Vignette, als boven || Amstelaedami, || Apud Ludovicum & Danielem Elzevirios, || CIↃIↃCLXI.

VII blz. 341—344. Opdracht door P. van Schooten aan de Curatoren der Leidsche Hoogeschool.

Xx—Ggg blz. 345—420. Het werk zelf.

blz. 421 (niet gepagineerd). Errata.

blz. 422 (niet gepagineerd). Lectori Benevolo || J. Hudde S. P.

blz. 423—424. Twee verzen één latijn, één grieksch.

10) Francisci à Schooten || principia || mathaeseos || vniversalis || sev || introductio || ad || geometriae methodum || Renati des Cartes, || edita ab || Er. Bartholino, Casp. Fil. || Vignette: de tuinman met olijfboom en omschrift. „Non solus" || Lvgd. Batav. || Ex Officinâ Elseviriorum. || CIↃIↃCLI. in 4°.

XVI bladz. (zonder pagineering) bevat de opdracht. D. Christiano Thomae, || Toparchae in Stavgard (10 blz.) gedateerd, „*Leidae* || *Anno* CIↃIↃCL || *Calend. Jun.*" De Praefatio in haec principia, et || de modo legendi || geometriam (4 bldz.) gedateerd „*Leidae, Anno* || *Christi* CIↃIↃCL *Postridie Non. Maii*".

Met verkorting der beide laatste bladzijden, komt dit stuk in de Editio secunda voor als het „Lectori S.". Beide stukken zijn van Erasmius Bartholinus.

A—F blz. 1—46.

11)* Francini à Schooten || exercitationvm || mathematicarum || libri quinque. || I. Propositionum Arithmeticarum et Geometricarum Centuria || II. Constructio Problematum Simplicium Geometricorum, || III. Apollonii Pergaei Loca Plana restituta. || IV. Organica Conicarum Sectionum in plano || descriptio. || V. Sectio-

NES MISCELLANEAE TRIGINTA. || Quibus accedit CHRISTIANI HUGENII Tractatus, || de Ratiociniis in Aleae Ludo. in 4°.

A—Xxx, blz. 1—534.

Ieder dezer vijf stukken heeft een afzonderlijken titel met een afzonderlijk jaartal.

I. 1657. VIII blz. (zonder pagineering). Opdracht aan het Hof van Holland, Zeeland en West-Friesland; gedateerd „Idibus Septembris. Anno || CIƆIƆCLVI."
blz. 1—112, het werk zelf.

II. 1656. blz. 114—118. Opdracht aan de Curatoren van de Academie te Leiden; blz. 119—122, „Praefatio ad Lectorem;" blz. 123—190 het werk zelf.

III. 1656. blz. 193—196. Brief aan Petrus Chanuto, gedateerd „*Kalendis Januariis Anni* CIƆIƆCLVII"; blz. 197—202 „Praefatio ad Lectorem." blz. 203—292 het werk zelf.

IV. 1657. blz. 294—296 (niet gepagineerd). Opdracht aan de Curatoren voornoemd, gedateerd „Kal. Novemb. MDCXLVI"; blz. 297—302. Praefatio ad Lectorem; blz. 303—368 het werk zelf.

V. 1657. blz. 371—272. Brief aan Johannès Walbeeck; blz. 373—516 het werk zelf.

blz. 517—518. „Ad Lectorem."

blz. 519—520. Brief van Christiaen Hugenius aan Fr. Schotenius gedateerd: „Hagae Comitum. 27 April 1657."

blz. 521- 534. De ratiociniis in ludo aleae.

1 blz. wit. de „Errata."

Op ieder titel komt als vignette voor een olijfboom met tuinman en bijschrift. „NON SOLUS." Daaronder „LVGD. BATAV. || Ex Officina JOHANNIS ELSEVIRII. || Academiae Typographi.

12)* Eerste Boeck || der || MATHEMATISCHE || OEFFENINGEN, || Begrijpende || Vijftigh Arithmetische, en Vijftigh || Geometrische Voorstellen. || *Door* || FRANCISCVS van SCHOOTEN, || Professor Matheseos in de Vniversiteyt tot *Leyden*. || Vignette: drukkersornament || t'AMSTERDAM, || Bij GERRIT van GOEDESBERGH, || Boeck-verkooper op 't Water/ in de Delfsche Bijbel/ tegen || over de Nieuwe-Brugh. || ANNO 1659. 4°.

A, VIII. blz. (niet gepagineerd), bevat opdracht (6 blz.). Daarop „FRANCISCI van SCHOOTEN || MATHEMATISCHE || OEFFENINGEN, || Begrepen in vijf Boecken. || I. Verhandeling van vijftig Arithmetische en vijftig Geometrische || Voorstellen. || II. Ontbinding der simpele Meet-konstige Werck-stucken. || III. APOLLONII PERGAEI herstelde Vlacke Plaetsen. || IV. Tuych-werckelycke beschrijving der Kegel-sne-

den op een || vlack. || V. Dertich Af-deelingen van gemengde stoffe. || Waer by gevoegt is een Tractaet/ handelende van Reeckening || in Speelen van Geluck. || Door d' Heer || CHRISTIANUS HUGENIUS. || Desen Druck vermeerdert met een korte verhandeling van || de Fondamenten || der || PERSPECTIVE.

B—Ffff blz. 11—544.

blz. 11—112. bevat dit „Eerste Bouck".

blz. 113—182. „Tweede Bouck".

blz. 183—273. „Derde Bouck".

blz. 273—342. „Vierde Bouck".

blz. 343—484. „Vijfde Bouck".

blz. 485—500. „Van Rekeningh in spelen van geluck".

blz. 501—543. „Tractaet der Perspective".

blz. 544. „Faulten".

Aan het slot staat

„TOT LEYDEN || *Gedruckt by* || SEVERIN MATTHIJSZ. || By de St. Pieters Kerck, in de Wereldt vol Drucks, 1660."

13)* Hetzelfde werk met dezelfde titels en tekst. Alleen komt het jaartal 1659 in plaats van 1660.

14)* FRANCISCI à SCHOOTEN || LEYDENSIS, || DE || ORGANICA || CONICARUM SECTIONUM || IN PLANO DESCRIPTIONE, || TRACTATUS. || GEOMETRICIS, OPTICIS; || Praesertim verò || GNOMONICIS & MECHANICIS || UTILIS. || Cui subnexa est Appendix, de Cubicarum || Aequationum resolutione. || Vignette dezelfde als bij Noot (11). || LVGD. BATAVOR. || Ex Officinâ Elseviriorum, || A°. cIↄ Iↄ cxcvi. in 4°.

XVI blz. (niet gepagineerd) bevat opdracht „ILLUSTRIS ACADEMIAE || LVGDVNO-BATAVAE CVRATORIBVS" gedateerd „Leydae, Kal. Novembr. Anni MDCXLVI" „de PRAEFATIO || AD || LECTOREM" (10 blz.).

A—M. bls. 1—90. het werk zelf.

M—P. blz. 91—117. Appendix.

15) PROBLEMATA || ASTRONOMICVM || ET || GEOMETRICUM || VOOR-GESTELT. || Door *Johan Stampioen* de Jonghe *Mathematicus* || Resideerende in 's GRAVENHAGHE || AENDE || Vytgevers van het Antwerpsch || VRAEGH-STVCK.

Deze titel staat aan het hoofd van een vel in plano. Daaronder een op koper gegraveerd plaatje, voorstellende een viertal heeren, naast drie stokken van verschillende lengte, wier voetpunten een driehoek A B C vormen. Daaronder het vraagstuk

„SYnde in den Lenten tijt, een *Stierman*, op een onbekende plaetse in een effen Hori- || zontael ofte Water-pas velt, op eenen morgenstont, als de Sonne klaer was schy- || nende, heeft daer drie

stocken van ongelycken lengte op-gherecht in de Loot- || rye. Eerstelick, merckende de schaduwe van den stock A. bevondt die te eyndi- || ghen in B, alsoo, dat A B lanck was 33 voeten. Een weinigh tydts daer na de Sonne || wat hoogher zijnde, heeft de schaduwe van den stock A bevonden te eindighen in C [met potlood is bijgevoegd: ten derden die van B in C]. Ten || vierden soo quam de schaduwe van B te eyndighen in A. Ten laetsten de Sonne wederom || wat verloopende, soo quam de schaduwe van den stock C te eyndighen in A. Den dach ver- || loopen zynde heeft de uyterste vande drie Koninghen staende op het beelt van Orion in || eene rechte lynie water-pas bevonden; Ende van stonden aen ghemerckt, dat het binnenste der || vier Planeetjens, die om *Jupiter* loopen Eclipseerde. Vraghe? op wat Polus hoogte, op wat || dagh van t' Jaer, op wat ure dat de Son elcke male geobserveerdt is, ende oock hoe verre de || stocken van den anderen stonden. Midtschaders oock de ware lenghte van de selve plaetse || Als de stock A langck is 6 voet. B 18 voet, ende C 8 voeten. || Antwoordt."

BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN

IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.

XIV. Josephus Scaliger J. C. Fil. als cirkel-quadrator.

1. JOSEPHUS SCALIGER was een geleerde, die, wegens zijn veelomvattende wetenschap, diepe kennis en fijne scherpzinnigheid in zijnen en ook in lateren tijd groote vermaardheid verwierf. Hij was zoowel wegens zijne geleerdheid als wegens zijne persoonlijke hoedanigheden eene merkwaardige figuur van zijnen tijd, en was een der groote lichten, die de Leidsche Akademie versierden, haar naam heinde en ver verspreidden, en van overal studenten tot haar lokten.

Hoewel, — of misschien beter gezegd, omdat — deze groote man niet tevens een groot wiskundige was, werd ook hij aangetast door de toenmaals, naar het wel schijnt, besmettelijke kwaal, om te zoeken naar de quadratuur van den cirkel. Hij deed zulks op nog vrij wat minder wetenschappelijke wijze dan SIMON VAN DER EYCKE, en liet zich door de meest onwetenschappelijke paradoxen medeslepen, om tot zijn doel te geraken. Ook hier zijn het juist de geschriften zijner tegenstanders, — en hun getal zoowel als hunne beteekenis was niet gering, — die voorzeker niet het minst onze belangstelling zullen opwekken.

2. Deze JOSEPHUS SCALIGER, of zooals zijn naam voluit luidde, JOSEPHUS SCALIGER, JULII CAESARIS A BURDEN FILIUS,

werd geboren te Agen, in Guienne, den 5den Augustus 1540, zooals blijkt uit de 60e Epistola eener straks nader te behandelen verzameling, aan zijn vriend ISAAC CAUSABONUS, met het onderschrift. „Lugduni Batavorum, || Nonis Augusti Juliani, die meo Natali, quo 62. || annum mihi init. 1601. Hij was de tiende van vijftien kinderen, tien zoons en vijf dochters van JULIUS CAESAR SCALIGER, geboren in 1504, die in 1529 huwde met ANDRIETTA DE ROGUES LOBIECA; deze vader, afstammende uit het geslacht delle Scala, prinsen van Verona, overleed in 1558. Onze SCALIGER, kwam in 1593, reeds met een Europeschen roem van geleerdheid, als hoogleeraar naar Leiden, buiten verplichting van het geven van eenige colleges. Hij stierf aldaar, den 24sten Januari 1609, waaromtrent de Epistola 453 (blz. 829—848) door zijn boezemvriend DANIEL HEINSIUS aan ISAAC CASAUBONUS geschreven, belangrijke bijzonderheden bevat, onder anderen het zeer eenvoudige grafschrift: „JOSEPHVS. SCALIGER. JVLII. CAESARIS. A. BVRDEN. FILIVS. RESVRRECTIONEM. HIC. EXPECTAT."

Van zijne veelvuldige werken bezit ik behalve de werken, die straks ter sprake zullen komen, slechts vooreerst zijne oorspronkelijke uitgave van „M. Manilii Astronomicωn libri Quinque" [1]) te Parijs in 1579, in 8°. Voor dit werk ontving hij van den koning van Frankrijk een jaargeld van 2000 francs, dat echter in 1594 nog niet was uitbetaald. Van dit werk kwamen er verschillende herdrukken, o. a. een te Leiden 1600 in 4°, en te Argentorati 1655, in 4°. Van zijn groote werk „de Emendatione temporum", dat te Parijs in 1583 uitkwam, verschenen evenzeer verschillende herdrukken, te Leiden in 1598, te Coloniae in 1629 [2]), alle in folio.

Eindelijk werd zijn werk „de re nummaria" [3]) in 1616 na zijn dood door WILLEBBORD SNELLIUS in het licht gegeven; deze had reeds vroeger (1613) een eigen arbeid over dit onderwerp uitgegeven „de re nummaria. L. B. 1613" [4]).

De brieven van CAESAR SCALIGER werden door zijn vriend, den beroemde DANIEL HEINSIUS, in 1627 te Leiden uitgegeven, „J. Scaliger J. C. à B. F. Epistolae. L. B. 1627" [5]) en hiervan werd in 1628 te Frankfort een nadruk gegeven. Deze verzameling bevat, in vier boeken verdeeld, 485 brieven, waar-

van de „Index" voor het werk is geplaatst; deze is ingericht naar alphabetische orde van de voornamen der personen, aan wie de brieven zijn gericht, zoodat men bijv. de brieven aan SCALIGER gericht, op de letter J. moet zoeken.

3. Het was in zijne „Cyclometrica Elementa Duo" [6]) dat JOSEPHUS SCALIGER zijne quadratuur des cirkels in het licht gaf; dit werk verscheen in 1594, in hetzelfde jaar als de „Quadrature du Cercle" van SIMON VAN DER EYCKE. Het werd door FRANCISCUS RAPHELENGIUS te Leiden uitgegeven en is een waar prachtstuk uit deze wereldberoemde boekdrukkerij: papier, letters, figuren, druk, alles is even fraai. De tekst is zwart gedrukt; de meetkundige figuren daarentegen, met hare letters zijn met rooden inkt gedrukt; evenzeer is dit het geval, waar, in den loop van een bewijs, die letters der figuur worden aangehaald. Het boek is vol grieksche uitdrukkingen en opschriften; zoo komt elke stelling eerst in het grieksch voor met een griekschen titel. Het schijnt wel dat deze prachtige uitgave aan onzen RAPHELENGIUS het privilegie verschafte, om ook in Frankrijk zijne werken te mogen uitgeven; althans dit privilegie komt reeds dadelijk bij dezen arbeid voor, en draagt denzelfden datum. Dit feit, voor den hollandschen boekhandel van geen geringe beteekenis, volgt uit de beide volgende stukken. Het eerste vindt men op de laatste der twaalf eerste bladzijden, die het voorwerk bevatten.

„HENRICI || D. G. || CHRISTIANISSIMI || FRANCIAE ET NAVARRAE || REGIS, || SANCTIONE CAVTVM EST. ||

Ne qvis, qvoscvnqve libros nvnquam ante editos || Franciscvs Raphelengivs, Christophori Plantini || gener, primvs typis vvlgaverit, eosdem, citra ipsivs || (Raphelengii) volvntatem, intra proximvm a prima || cvivsqve libri editione decennivm, totos vel ex parte, || in vllis regni franciae ditionibvs imitari, excvdere, || alibive excvsos in iisdem venales exponere avdeat, || Privilegii conditiones, indictaeqve infractoribvs || mvlctae, lativs continentvr in literis regiis datis || sigillatisqve in consilio Regis, Parisiis, XXI. Aprilis, || Anno CIↃ.IↃ.XCIV. et reg. ipsivs qvinto, ac signatis, || DE BAIGNEAVLX. || *Exemplar Privilegij Regij in fine* || *Mesolabij adpositum est.*"

Dit tweede stuk vindt men dan ook aan het einde van het

tweede gedeelte „Mesolabium" op bladz. 35 (zonder pagineering).

„Priuilege du Roy de France. ||

Henry *par la grace de Dieu Roy de France & de Nauarre. Aux Preuost de Paris,* || *Bailly de Rouen, Seneschal de Lyon, ou leurs Lieutenans, & à tous nos autres Justi-* || *ciers & Officiers, qu'il apartiendra, Salut. Nostre chier & bien aimé* François || de Raphelengien, Imprimeur, gendre de Christoffle Plantin, demeurant en la ville || de Leyden, *nous a faict remonstrer que pour le desir & affection qu'il a eu de tout temps de* || *seruir au public, il s'est cy deuant efforcé à recouurer de toutes partz plusieurs bons & rares* || *liures & volumes en toutes sortes de langues, artz, & sciencès, lesquelz il a mis en lumiere* || *avec grandz fraiz & despens, esperant par apres cueillir quelque fruict de son labeur: duquel* || *neantmoins il a esté le plus souuent frustré; à l'occasion que les aultres Imprimeurs de cestuy no-* || *stre Royaume, si tost qu'ils ont peu recouurer quelques copies de sesdicts liures, les ont faict r'in-* || *primer, vendre & debiter iceux: de sorte que continuaut* (sic) *à ce faire* ledict Raphalengien || *souffriroit vne tresgrande perte, & par ce moyen seroit demeu de continuer sa vocation: chose qui seroit de tresgrande consequence & preiudice aux personnages doctes, d'estre priués de la* || *communication de ces oeuures, qui ne leur peuuent apporter que toute emulation de seruir au pu-* || *blic. A quoy voulans pourueoir,* A ces causes *nous voulons, & vous mandons que vous ayez* || *à faire très-expres commandement & defenses de par nous, sur certaines & grandes peines, à* || *tous les libraires & Imprimeurs, qui sont & resident tant en vostre ressort qu'en autres endroits* || *de nostre dict Royaume: A ce qu'ilz n'aient aucunement s'entremettre ne ingerer de vendre,* || *debiter, & distribuer ne reimprimer* aucune oeuure de nouuelle composition, laquelle || non imprimée auparauant, aura par ledict Raphelengien, premierement et nouuel- || lement esté imprimée, en tout ou partie desdicts liures, *Sinon du vouloir & consente-* || *ment d'iceluy & ce pour le temps & terme de X. ans, à commencer dès la datte de la premiere* || *impression desdicts liures. Et où il y auroit aucun si ozé de contreuenir à ceste nostre volunté,* ||

Nous voulons estre procedé contre eux par amendes & confiscations des liures, dont ils se trou- ‖ ueront saisis & autrement selon la rigueur de noz Ordonnances (pourueu que lesdictes oeuures ‖ & liures de ladicte nouuelle composition ne soient en rien contraires à la religion Catholicque, ‖ Apostolicque, & Romaine, ni contre nostre estat.) De ce faire vous donnons pouuoir, autho- ‖ rité, & mandement special; entendant que l'extraict de ces presentes imprimé à la teste ou à la ‖ fin de ses liures, se tiennent pour deuement signifiées à tous Imprimeurs ou libraires, à ce qu'ils ‖ n'en pretendent cause d'ignorance. Car tel est nostre plaisir. Donne à Paris le vingtvniesme ‖ jour d'Auril, L'an mil cincq cens quatre vingt & quatorze, & de nostre Regne le cinquiesme. ‖ Soubsigné ‖ *Par le Roy en son conseil* ‖ de Baigneaulx."

4. Keeren wij nu tot ons onderwerp zelf terug, en zien wij, hoe SCALIGER zelf te dien aanzien redeneert; al spoedig zal het blijken dat het oordeel niet ongegrond is, zooals het boven werd uitgesproken.

In het eerste gedeelte van zijne „Cyclometrica Elementa duo", genaamd „DE AMBITV CIRCVLI." bladz. 22 geeft hij het

„*ΣΧΟΛΙΟΝ.*

„LONGE ab hac Archimedea differt voluta Vitruuij Ionica. Nam haec Archi- ‖ medis intra circulum constituitur: Ionica autem à circello, quem oculum volutae vo- ‖ cat Vitruuius, extra tota eiicitur. Hoc tamen commune habent, quod aequabilibus ‖ spatiorum contractionibus, item quadrantibus circulorum, quas ipse tetrantationes ‖ vocat, descriptae sint. Locus apud Vitruuium sanus non est, neque ipsis summis vi- ‖ ris, nisi palpabundis, cognitus."

terwijl op de volgende bladzijde 23 de stelling voorkomt

„*ΣΧΟΛΙΟΝ.*

„IGITVR munita est nobis via finem voluta Dinostrateae deprehendendi, quod ‖ tamen fieri posse negabat Sporus Nicenus."

Deze aangehaalde plaatsen bewijzen genoegzaam, hoe SCALIGER volstrekt niet op de hoogte was van de wiskundige wetenschappen, ook in die dagen. Vooreerst toch kent hij het onderscheid

niet tusschen de spiraal van Archimedes, — waaromtrent zijne meening, dat deze moet besloten blijven binnen den constructie-cirkel, op eene dwaling berust, — en de Ionische spiraal, die tot de zoogenaamde „courbes de raccordement" behoort, en slechts uit aan elkander gevoegde cirkelbogen bestaat. En ten anderen ontkent hij eene der hoofdeigenschappen van de Quadratix van Dinostratus, waarvan hij toont de theorie niet te kennen. Langs dezen weg, en op dergelijke wijze voortredeneerende, komt hij tot het besluit, — hetgeen hij een „nobile paradoxon in Geometria" noemt, — dat namelijk door *berekening* een ingeschreven veelhoek den cirkel kan overtreffen. Zoo zegt SCALIGER op bladz. 28.

„PROPOSITIO V. Theorema.

Ambitus Dodecagoni circulo inscribendi plus ‖ potest, quam circuli ambitus. Et quanto deinceps ‖ plurium laterum fuerit Polygonum circulo inscri-. ‖ bendum, tanto plus poterit ambitus Polygoni, ‖ quam ambitus circuli."

Gereedelijk ziet men in, dat thans, — als men eenmaal deze stelling aanneemt, — ook alles, wat men wenscht, bewezen kan worden; al is het dan ook deze uitkomst, die SCALIGER als eene gewichtige ontdekking in de wetenschap beschouwt, dat namelijk de uitkomsten langs analytischen weg, door berekening verkregen, niet behoeven overeen te stemmen met hetgeen de meetkundige weg, door constructie, ons leert. Deze overtuiging was wel de oorzaak, dat SCALIGER doof bleef voor alle bestrijding; niet omdat hij de waarde van andere methoden ontkende, maar omdat hij meende, dat die uitkomsten volstrekt niet met de zijne behoefden overeen te stemmen. Van deze weinig wetenschappelijke stijfhoofdigheid zagen wij reeds een staaltje in een der vorige Bouwstoffen, N°. VIII, waar het den strijd over dit zelfde onderwerp gold met onzen LUDOLF VAN CEULEN.

In het tweede gedeelte „DE POTENTIA CIRCVLI" van denzelfden arbeid „Cyclometrica Elementa Duo", blijft zijne redeneertrant dezelfde.

Op bladz. 72 geeft hij de

„PROPOSITIO II. THEOREMA,

Circulus potest triginta sex segmenta Hexagoni ‖ ipsi circulo inscripti."

Op bladz. 80 een

"COROLLARIVM.

Ex his patet, circuli aream esse aequalem rectan- || gulo sub latere trianguli aequilateri in eo ipso inscri- || pti circulo, & nouemdecimis diametri concepto."

waarop bladz. 83 volgt

"PROPOSITIO V. Theorema.

Potentia circuli ad semidiametrum applicata la- || titudinem facit rectam semiambitu circuli mi- || norem.".

Eindelijk vindt hij aldaar bladz. 86 de stelling

"COROLLARIVM I.

Ex his constat, quod potentia circuli minor est || Triangulo rectangulo, cuius eorum, quae rectum || angulum continent, laterum, alterum quidem se- || midiametro, alterum autem ambitui circuli est || aequale".

Hiermede meent hij dan ook Archimedes grondig te hebben wederlegd: vandaar dat hij in het "Appendix", dat zoo straks ter sprake komen zal, op blz. 5 zegt

"Nos || hallucinati sumus in re, quae non facit ad rem. Archimedes peccauit in ip- || sam rem".

en in dit eerste werk "Cyclometria Elemento Duo" bladz. 30.

"Maiorem igitur ambitum habebit polygonum circumscribens: & || ideo latius peccatum ab eo (i. e. Archimede)."

en bladz. 37.

"AT Archimedes conatur demonstrare inductione ad impossibile longitudinem || perimetri paulo minorem esse supra diametrum tripla sesquiseptima. hoc est poten- || tiam perimetri minorem esse, quam 484, cum scilicet quadratum diametri fuerit || 49. Quem errorem satis superior demonstratio refellit. Sed quare hoc sibi & po- || steritati persuaserit, in Prolegomenis declaratum est. "Similis vero absurditas est in || XVIII & XIX περὶ ἑλικων Archimedis."

5. Het is met behulp van de voorgaande en dergelijke redeneeringen, dat hij voor zijne verhouding tusschen den omtrek en de middellijn van den cirkel vindt

$$\sqrt{10} = 3,1622777;$$

waarvan dus slechts de eerste decimaal juist is.

Hij zegt daaromtrent in het eerste gedeelte "DE AMBITV CIRCVLI" op blz. 30, 31 het volgende.

"ΣΧΟΛΙΟΝ.

CVM igitur, vt iam ostensum est, quo pluria fuerint latera Polygoni inscripti, eo || maior reperitur per numeros ambitus eius, quam circuli circumscribentis peripheria: || frustra per numeros Archimedes conatus est peripheriam circuli inuestigare in poly- || gono permultorum laterum circulum circunscribente: cum polygonum circunscri- || bens sit proculdubio longe maius polygono simili inscripto. quod quidem polygo- || num inscriptum ostensum est per numeros maiorem ambitum habere, circulo suo || circunscribente. Maiorem igitur ambitum habebit polygonum circunscribens: &c. || ideo latius peccatum ab eo.

Nobile est hoc paradoxon in Geometria, & ipsi, vt iam tetigimus, Archimedi || non animaduersum. Alioquin non dubium est, quin peripheria sit maior subten- || dente sua. Sed per numeros aliter deprehendetur. quo magis miror Mechanicos, || qui globis superficies Cosmographicas inducunt. Nam ad longitudinem perimetri || circuli assumunt latera omnia, id est totum ambitum Dodecagoni maximo circulo || sphaerae ipsius inscripti. Non enim video, quomodo perfecte id obire possint. & || non leuiter miratus cum, sum haec praecipi legissem à magno Daniele Barbaro. Nam de vulgo nihil mirum".

En daarop laat hij dan volgen

"PROPOSITIO VI. Theorema.

"Quadratum ab ambitu circuli decuplum est qua- || drati à diametro".

Een tweede bewijs van deze stelling begint aldus op blz. 33.

"ALITER

Ea est natura volutae luxatae, veluti demonstrauit Dinostratus, || vt semidiametrus circuli sit media proportionalis inter maius se- || gmentum quod fit à fine volutae (quae vocatur cōgruens) & quadran- || tem perimetri circuli. Sed cōgruens ipsa ostensa est supra, propositione || III esse media proportionalis inter ipsam semidiametrum, & duas || quintas eius."

6. Het schijnt dat deze arbeid reeds voor de uitgave ruchtbaarheid verkregen heeft, en alzoo reeds toen daarop aanmer-

kingen zijn gemaakt. Althans begint hij zijn »CANDIDO LECTORI || SALVTEM" aldus.

»CVM in animo haberem haec Elementa describere, || quae valde confusa & perturbata in schedis liturariis || habebam: morbo longo oppressus rem diu distuli. || Quia vero iamdudum tam amicorum preces, quam || maleuolorum conuicia hanc editionem diu deside- || rari non patiebantur. imperaui mihi: & quamuis à || longo & molesto morbo me nondum recepissem: tamen non minus || ab animo, quam a corpore aeger coepi illa confusa vtcunque digerere, || & in mundum transcribere. Sed non potui facere, quin, quemad- || modum morbus in nobis multa sui, ita nos in scriptura multa mor- || bi vestigia reliquerimus; qualia scilicet, sunt litera alia pro alia, ver- || bum pro verbo, vt διπλάσιον pro δεκαπλάσιον, πρόβλημα pro θεώρημα, & si- || milia; quae tu, candide lector, tam beneuole mihi condonabis, quam || facile deprehendes ea, non mentis, sed calami properantis errata || esse At id, quod nunc dicam, quamuis & ipsum manus festinantis || erratum est, tamen maleuoli in aliam partem interpretari possent. || "

Op deze wijze hoopte hij zeker den opkomenden storm te bezweren; maar dit schijnt hem niet gelukt te zijn, want slechts een half jaar na de »Cyclometria Elementa Duo" gaf SCALIGER zijn »Appendix ad cyclometria sua" in het licht; de beide werken toch zijn gedateerd, het eerste »Kal. Junij CIↃ.IↃ.XCIV" en het tweede »X Kal. Decembris" van dat zelfde jaar. Aan dit werk, dat evenzeer uit de pers van FRANCISCUS RAPHELENGIUS te voorschijn kwam, werd echter lang zoo veel zorg niet besteed, als aan het eerste. Het formaat is kleiner, de druk van figuren en letters met rooden inkt ontbreekt hier geheel; in het algemeen ziet dit boek er veel minder net uit dan het voorgaande; echter, op zich zelf beschouwd, behoeft die boekdrukker zich toch niet daarover te schamen. Wellicht dat SCALIGER met dezen »Appendix" te veel haast heeft gemaakt, om een even nette uitvoering toe te laten.

In de voorreden »Candido Lectori" beklaagt SCALIGER zich op ironischen, soms scherpen toon, over de miskenning, zooals hij dat noemt, die aan zijn eersten arbeid is ten deel gevallen. Men leest daar in het begin.

„Non diu mihi expectandum fuit, candide Lector, || quid iudicii foret doctis Mathematicis de meo Cy- || clometrico, quod ineunte aestate proxima emisi- || mus. Vix in manus librum sumpserunt, cum le- || gem horrendi carminis pronunciarunt, & confi- || dentissime dixerunt πάνθ' ἑλικτά, κοὐδὲν ὑγιές. Vix in || vnam, aut alteram propositionem oculos coniece- || rant, rem factam habuerunt, ἐξ ὄνυχος τ' λέοντα co- || gnouerunt. Quid faciam tot aduersis petitus? Nam manifesto teneor. Hoc || enim iudicium a contemptu studiorum nostrorum natum plane adoleuit & || confirmatum est hallucinationibus illis, quae nobis de ambitu Dodecago- || ni, & imperfecta demonstratione rationis perimetri ad diametrum excide- || runt. Magnum crimen est, & magnis accusationibus pulsamur. Non || Mathematicorum modo, sed etiam vulgi, etiam muliercularum ipsarum || aures nostris erroribus personantur . . . || . . . || Equidem scio mihi rem esse cum summis in- || geniis toto vitae tempore in hoc studiorum genere subactis: illos Mathema- || ticos esse, me Mathematices tantum studiosum."

Op bladz. 5:

„Nam si propter duas futiles demonstrationes, totum opus non est nauci, to- || ta eorum Geometria non est vnius assis propter tam futile iudicium. Tamen || nemo est hodie vel doctus, vel indoctus, qui non putet & eos vera loqui & nos operam lusisse. Quos nos non magis mouet, quam illi libri, quos || multi in nos parati sunt scribere. In quibus nihil aluid, quam inscitiam || suam prodent".

en bladz. 6:

„Quod dico, quia quidam hariolantur a nescio quo, (nomen enim perdidi,) || me hanc rationem furatum esse: quem ego auctorem non magis antehac || sciebam natū fuisse, quam illum alium . . ."

Zijn beklag verandert dus allengs in minachting, en op hoogen toon gaat hij voort.

„Quia igitur, quod || nemo hactenus potuit facere, nos & lineam Dinostrati descripsimus, & quae || esset ratio peripheriae ad diametrum, indicauimus, & potentiae circuli recti- || lineum aequale dedimus: non veriti sumus illustrissimis ordinibus Hollan- || diae, Zeelandiae, & West-Frisiae rem nouam, & a multis saeculis

frustra vexa- ‖ tam dedicare. Quem meum gratum animum ipsi magnifico & illustri ‖ munere prosecuti sunt: quo nomine gratias illis egimus, quas tantis viris ‖ debuit homo ita natus, ita altus, ita educatus, vt ego".

In dit Supplementum handelt hij op nieuw over eenige stellingen van zijn eerste werk; de vier eerste zijn de 1ste en 2de, de 3de, de 6de en de 8ste van het gedeelte „de Ambitv Circvli"; de drie volgende zijn de drie eerste van het andere gedeelte „de Potentia Circuli". Overigens is er in zijne betoogtrant niets veranderd.

Hij eindigt bladz. 20 met het vers.

Famae, beatus, qui me superuixit suae,
Illisque meruit interesse laudibus,
Quas vita non dat, funus ac cinis darent.
Bonis liceret, si liceret per malos,
Viuis negata gloria viuis frui.
Sed si bonorum iudicia de me mei
Tardauit aeui liuor, ac malignitas;
Meam loquentes gloriam nepotibus
Iniuriam horum non tacebunt posteri".

7. Men ziet dus, dat hij nog volstrekt niet bekeerd was, de „hallucinationes" aan zijne tegenstanders toeschreef, en steeds bleef beweren, dat zijne ontdekkingen de waarheid eindelijk aan het licht hadden gebracht. Waarschijnlijk echter waren toen slechts de tegenwerpingen van LUDOLF VAN CEULEN — waarvoor hij eene innige verachting schijnt gekoesterd te hebben, — en misschien die van J. ERRARD hem bekend. De bestrijding door ADRIANUS ROMANUS, door CHRISTOPHORUS CLAVIUS, door PETRUS ANTONIUS CATALDI, door FRANCISCUS VIETA is van latere dagteekening.

Uit de vermelding dezer doorluchtige namen op wiskundig gebied, in bestrijding van onzen niet minder doorluchtigen geleerde, blijkt wederom hetgeen wij vroeger opmerkten, hoezeer zulke geschriften over de cirkelquadratuur, hoe weinig wetenschappelijk deze dan ook waren, toch niet met een verachtelijk stilzwijgen worden begroet; maar de groote wiskundigen in het strijdperk riepen, en alzoo tot nut, bevestiging en uitbreiding

der wetenschap aanleiding gaven. In een vorig nummer dezer Bouwstoffen zagen wij dan ook, hoe deze waarschijnlijk de oorsprong zijn geweest van de schoone onderzoekingen en uitkomsten van LUDOLF VAN CEULEN. Laat ons nu zien, wat wij omtrent de verschillende bestrijdingen van SCALIGER te weten kunnen komen, terwijl die van ADRIANUS ROMANUS later vermeld zal worden, wanneer over dien geleerde zelven zal worden gehandeld.

Een enkele maal vindt men hierbij nog vermeldt het even bijzondere werk van SCALIGER „MESOLABIUM" [8]), dat tegelijk met zijne Quadratuur het licht zag.

8. Zooals wij boven opmerkten, hebben wij reeds in N°. VIII der Bouwstoffen gehandeld over de bestrijding van SCALIGER door LUDOLF VAN CEULEN. Al de bijzonderheden van dezen strijd zouden voor ons verloren zijn gegaan, — wij zagen zulks reeds daar ter plaatse, — ware het niet, dat deze ons zijn beschreven door ADRIANUS ROMANUS in zijn evenzeer aldaar aangehaald werk, gewoonlijk genoemd „Apologia pro Archimede" [9]).

In hetzelfde voorwoord „Lectori Philomathi S.", bladzijden 55—57 voor zijne „Exercitationes Cyclicae", geeft ADRIAAN VAN ROOMEN ons nog den brief van SCALIGER ten beste, dien deze hem gezonden had in antwoord op zijne aanmerkingen tegen SCALIGER's quadratuur, en op zijne verdediging van de bezwaren, die LUDOLF VAN CEULEN daartegen had ingebracht. Die brief teekent ons den schrijver in zoo juiste bijzonderheden, dat wij dien hier zullen inlasschen.

„*Josephus Scaliger Julij Caes. F. Adriano Romano suo S.*

Puto meas literas tibi redditas esse vnà cum appendiicbus ad Cyclometrica || mea: ex quibus potuisti animaduertere quàm iniquus sim meis erroribus, neque opus esse alio castigatore quàm me ipso, sed sanè opus mihi erat || alijs lectoribus, quàm quos hactenus nactus sum vbique sed praesertim apud vos, vbi passim Cyclometrica nostra ita accipiuntur, vt non hu- || manitùs errasse, sed lege Maiestatis commisisse videar, & nihil melius mihi expectandum sit, quàm vt sine prouocatione poenas dem, vt ho- || mini libero ne ad respondendum quidem sit receptus. Tu scis de quibus loquor, & qui sunt ij qui literis suis vulgo quotidie de nobis ea disse- || runt quibus ipsi potius digni sunt. Non agam cum illis praecise, vt ipsi faciunt.

Nondum enim dies cessit. Accipe intereà hanc diatribam, || *quam tibi mitto, in qua non solum videbis, quam falsi sint qui Archimede magistro, circulum aequalem faciunt rectangulo sub semidiametro* || *& semipheria contento: sed etiā quam male existimationi suae consuluisse videntur, qui non capere potuerint quod & puero planū fecimus. Rem* || *utilissimam proposuimus. Ipsi eam obtrectationibus suis eludere conantur Volsellis pugnant non gladijs. Lecta mea diatriba, te ipsum iudicem* || *fero, ni inhumanè mecū experiuntur, qui ea vellicant, quae aut non intelligunt, aut si intelligūt nolunt probare, ne cogantur quae pueri didicēre,* || *senes perdenda fateri. ἀλλὰ τά μὲν προτετυχθαι ἐάομεν ἀχνύμενοίπερ. Intereà, oro te, mi Romane, si quis locus est humanitati, literarum* || *vinculo, sacris Matheseos, vt diligenter perpendas ea quae in diatribam hanc coniecimus, & vt non solum tibi, sed & alijs scriptam esse sias.* || *Propterea eam illis communica, quos quamuis nobis iniquiores esse scieris (vt sanè inhumani sunt qui de homine non ita merito, prauè &* || *sentiunt & argutantur) tamen ab his studijs alienos non esse scieueris, imo potiùs quos tibi constabit solidè de his rebus iudicare posse. De pa-* || *ralogismo Archimedis dubitare non potes, & hoc & alia quae ad quadrationē circuli spectare ὀπιςημονικῶς à nobis demonstrata sunt. Vbi ab* || *hominibus prauè tenacibus expressero nos circulum quadrasse (uelint nolint hoc fateantur necesse tandem est) posteà ad reliqua pergemus. Er-* || *rores nostros tollemus, eos qui videntur & non sunt expoliemus. Tu intereà, mi Romane, clementius de nobis iudica, quàm hactenus fecisti.* || *Ego libertatem amo sed intra modum, & eam quidem quae homine ingenuo digna est. si me amas, rescribas, ad ea quae tibi mitto. Non enim* || *tanti sunt neque tot errores nostri, quanti & quot vobis summis criticis videntur. Vale. Lugduni Batauorum Prid. Kal. April. stilo nouo.* || *Misi tibi Hippoliti canonem cum Appendicibus. Meliorem in partem illud opusculum accipe quàm Cyclometrica nostra. si bène asse-* || *cutus fueris diatribam quam tibi mitto, habes quod poenitentiam exprimat iudicij, quod de me fecisti. sanè omnes boni & docti sciunt me hu-* || *manius accipiendum fuisse. Iterum vale."*

Dien zelfden brief, doch in anderen stijl, vindt men in de boven aangehaalde „Epistolae" blz. 494—496. Epistola CCXXX.

Uit dezen brief leidt ROMANUS te recht af, dat zijne bemoeijin-

gen zonder vrucht zijn gebleven, en dat SCALIGER bij zijne dwalingen bleef volharden. „Quare," zegt hij, id mihi vnicum duntaxat superesse vidi vt aliorum saluti consulerem, ne multi ducem caecum sèquē- || tes, simul cum eo (vti dici solet) in foueam cadant".

9. Hij begint echter met de verdeeling van deze bestrijding door J. ERRARD „quod breuis admodum sit", bladz. 56.

„Titulus eius est talis. || *Refutation de quelques propositions du liure de Monsieur de l'Escale, de la quadrature du cercle par luy intitulé, Cyclometrica elementa* || *duo. Au Roy. Par J. Errard de Barle-duc, Ingenieur de sa Maiesté.* Ipsa verò refutatio haec est. *Sire, ie presente à vostre Maiesté ce* || *petit discours, par lequel ie responds sommairement à quelques propositions du liure de monsieur de l'Escale de la quadrature du cercle (qu'il* || *a ces iours passez publié & mis en lumiere) pour deffendre le traicté de Geometrie que i'ay depuis n'aguere dedié à uostre Maiesté, dans le-* || *quel il y a quelques demonstrations d'Archimede, qui seroyent pour la pluspart tres-fausses, si les propositions dudit sieur de l'Escale estoyent* || *certaines. Il est vertueux & plein d'humanité, cela m'asseure qu'il ne prendra point en mauuaise part cest escrit. Or pour n'estre point en-* || *neuyeux à vostre Maiesté et a ceux qui pourront lire ce discours, ie reciterai briefuement l'erreur du paradoxe qu'il met au commencement de* || *son liure en la proposition cinquièsme du premier element.* ||

Il dit donc que le circuit du Dodecagone inscript au cercle peut plu que le circuit du cercle."

Na deze stelling wederlegd te hebben, gaat ERRARD aldus voort (bladz. 57).

„*Je nie aussi qu'aucune supputation d'Arithmeticque puisse destruire vne demonstration Geometrique.*' || *Voyla donc le paradoxe de l'Autheur refuté en tout & par tout.* || *Quant à la propsition* (sic) *suiuante, il dit que le quarré du circuit du cercle est decuple au quarré du diametre*".

Ook van het bewijs dezer stelling toont hij de fout aan, of liever hetgeen SCALIGER niet bewezen had.

„*Mais il ne le prouue point: Par ainsi ceste quadrature de cercle demeurera pendue au croc, en-* || *semble tout necessaire.* || *Je laisserai le reste aux plus versez és Mathematiques & sup-*

plierai vostre Maiesté auoir ceci pour agreable. || *De son très-humble & très-obeissant seruiteur J. Errard. A Paris au mois de Septembre* 1594. || Edita autem fuit haec censura Parisiis, apud VVilhelmum Auray, *ruë S. Jean de Beauuais, au Bellephoron couronnè.* M.D.XCIIII."

Maer ook deze bestrijding had SCALIGER niet op den goeden weg gebracht. ROMANUS bericht daaromtrent bladz. 56.

"Scaliger hoc scripto viso, quamprimum & ipse veritatem cognouit, & vltro eo- || dem modo, edita appendice, vnam dammauit, alteram non demonstratam fassus est".

Maar, hoezeer SCALIGER dus aan den eenen kant toegaf, bleef hij toch zijn redeneertrant volhouden, zoo als wij reeds boven zagen; en bovenal gaf hij zijne uitkomst niet op.

10. Van dezen J. ERRARD bezit ik "La Fortification demonstree et reduicte en art. 2de Edition. Paris 1620 [10]). Naar den titel was de schrijver toen reeds overleden, en werd het boek door zijnen neef en ambtgenoot uitgegeven. De "PRIVILEGE DV ROY" leert ons meer. Dit Privilege werd gegeven door "LOVYS PAR LA GRACE DE DIEV ROY DE FRANCE || ET DE NAVARRE", en "Donné à Paris, le vingt-cinquiesme iour de May, l'an de grace || mil six cents quinze, & de nostre Regne le sixiesme". Het begint met het bericht, dat de vorige koning aan "JEAN ERRARD, oncle de l'exposant, || l'vn de ses Ingenieurs ordinaires" reeds "dès l'année mil cinq cents quatre-vingts quatorze" een privilege van tien jaren had verleend voor "toutes ses oeuures de Mathematiques; entre autres, les Liures par luy composez de || Geometrie, des Fortifications, l'Art de la Nauigation, la Mappemonde, de nouuelle reduction"; en dat later dit privilege voor tien jaren verlengd werd den "vingt sixièsme iour de Juillet mil six cents || quatre"; dat deze ERRARD in 1610 overleden zijnde "ledit Errard estant decede", de platen waren gestolen, en daarom nu dit nieuwe privilege aan zijn neef "ALEXIS ERRARD, l'vn de nos Ingenieurs" werd gegeven.

Deze heeft dan ook daaraan beantwoord, blijkens het "ADVERTISSEMENT" *"Je l'ay enrichy de plusieurs Figures"*; hij was een groot voorstander der praktijk, zooals blijkt uit de laatste woorden van dit Advertissement: *"Que si en quelque lieu ie prononce le || mot de Sciences, i'entends pourtant vne*

Science Pratique, qui équipole au mot|| d'Art, & s'oppose || à la Science Speculative qui n'a autre fin que la cognoissance".

11. Maar uit den DIALOGVS DECIMVS (bladz. 108—112) blijkt ons, dat SCALIGER, hoezeer dan ook door de bestrijding van ROMANUS niet bekeerd, dezen toch daarop een antwoord heeft toegezonden. ROMANUS haalt o. a. het volgende aan.

„Cum igitur absur- || dissima sit opinio vetus, quae à Dinostrato & alijs quadraticum linearum artificibus ad Archimedem transmissa, ab Archimede autem || demonstrata (si modo demonstrata est) in animis posteritatis ita haesit, vt pro vera accepta sit: inuenienda est alia via, quâ ad verum perue- || niri possit. Ea autem sola est quae considerat aliquot partes circuli, quae & sibi inuicem, & ipsi circulo sint commensurabiles. Quales sunt qua- || tuor illae magnitudines à nobis demonstratae, Segmentum Hexagoni circulo inscripti, & eius Residuum. Triangulum aequilaterum, quinta || pars trianguli Hexagoni, et eius Residuum. Cum igitur hae magnitudines non solum in appendice demonstratae sint inuicem commensurabi- || les sed ex consequentibus porrò demonstrari possint: habebunt eae rationem inter se, quam numeri ad numeros".

en iets later,

*„*ALITER *Circulus est ostensus ex hypothesi Aduersarij excedere infinita || magnitudine* 36 *Triangula. At id impossibile est. Ergo Circulus non est maior* 36 *Triangulis. Sed non est minor. Est ergo aequalis* 36 *Trian- || gulis. & proinde* 36 *segmentis".*

Men ziet, dat hij zijne manier van redeneering nog niet had veranderd: deze eerste *„Ergo"* kenschetst geheel zijne methode; op die wijze ontwijkt hij elk bewijs zijner paradoxen.

12. Gaan wij thans over tot andere bestrijders van onzen SCALIGER.

CHRISTOPHORUS CLAVIUS BAMBERGENSIS, die in 1537 te Bamberg geboren, te Rome den 6[den] Februarij 1612 overleed, heette eigenlijk SCHLÜSSEL, en was pater van de orde der Jezuïten. Hij heeft veel over wiskunde en aanverwante wetenschappen, met name over den Gregoriaanschen Kalender geschreven, en had een grooten naam onder zijne tijdgenooten

verworven; wij zagen reeds in N°. VII dezer Bouwstoffen, dat NICOLAUS RAYMARUS URSUS DITHMARSUS hem het „salve venerande sacerdos" toeroept. Hij verzamelde zijne werken in vijf folio deelen van gemiddeld 750 klein gedrukte bladzijden ieder. In de opdracht van het vierde deel zegt CLAVIUS zelf, die toen te Rome was, — die opdracht is gedateerd „Ro- ‖ MAE Anno Domini M.DC.XXII. Kalend. Januar", dus slechts korten tijd voor zijn overlijden, — dat hij reeds geruimen tijd niet in Bamberg was geweest, en nu door ziekte aan zijn bed was gebonden, waarom hij de taak der uitgave van dezen bundel had opgedragen aan Pater JOHANNUS REINHARDUS ZIEGLER.

„Quia vero & locorum interuallo impedior, & ingrauescẽs ‖ quotidie senectus lecto me affixum detinet, vices meas delegaui Re- ‖ uerendo Patri Joanni Reinhardo Zieglero, vt, qui pro suo in Mathe- ‖ maticas disciplinas insigni amore plurimum operae & laboris in eden- ‖ dis Commentarijs meis collocauit, eosdem Celsitudini tvae (dat is JOANNI GODEFRIDO ‖ Episcopo Bambergensi &c.") meo no- ‖ mine offerat".

En hiermede komt overeen, hetgeen dezelfde JOANNES REINHARDUS ZIEGLERUS E. SOCIETATE JESV schrijft in de opdracht voor het vijfde deel.

„*Itaq; annis ab hinc duobus initio facto, magnis ope- ‖ ribus & impensis ad finem aliquando peruentum est: &, nisi me animus fallit, me- ‖ liore quam sperare poteram, successu. Hoc vnum ad gaudij mei integritatem maxi- ‖ me deest, quod cum nihil optarem magis quam vt* R. P. CLAVIVS *in vltima iam ‖ vitae meta positus, non ante ex hoc mortalitatis stadio decederet, quam huc suum ‖ partum augustiore à nobis, & nitidiore forma excultū adspiceret ipse, &, si ita vide- ‖ retur, approbaret: multo tamē aliter* DEVS OPT. MAX. *euenire voluerit;*"

en daarop geeft hij den bovenstaanden datum van den dood des schrijvers.

Deze opdracht is gedateerd „MOGVNTIACI, *Die* XXV. *Martij* ‖ ANNO M.DC.XII."

dus slechts weinige dagen na den dood van CLAVIUS.

Van dezen bundel hebben wij hier te maken met de APPENDIX van het vijfde deel, en daaruit slechts met het derde gedeelte „REFVTATIO ‖ CYCLOMETRIAE IOSEPHI SCA- ‖ LIGERI," ‖ bladz.

1—20 [11]). Dit stuk heeft den vorm van een zamenspraak tusschen SCALIGER en CLAVIUS, waarbij de woorden van SCALIGER uit zijne Cyclometria genomen zijn en de bestrijding van CLAVIUS de redeneering van SCALIGER op den voet volgt, en telkens het onhoudbare, het niet bewezene aantoont, of ook doet uitkomen, hoe SCALIGER met zich zelven in tegenspraak komt. Hoe de toon is van deze bestrijding door CLAVIUS, moge uit een paar aanhalingen blijken. Hij begint aldus.

„ELEMENTA Cyclometrica Josephi Scaligeri eiusmodi sunt, vt indigna sint omnino homi- || ne Mathematico". . . . . .

Discet fortasse vel plus sapere, vel parcius scribere: discet se solum || hominem non putare: & nisi si eius rei peritus indocilis, discet posse dimicationes in re literaria, etiam ab ho || mine non gladiatore, (hier doelt hij op LUDOLF VAN CEULEN) exerceri.

Praesertim cum plerasque huius hominis ineptias erudite *Franciscus Vieta* Gallus, || *Adrianus Romanus* Belga, Mathematici praestantes, alibi etiam alij confutauerint".

QVAM multa de te iactas Josephe Scaliger hac epistola, quam vero gloriose, quam tumide, & quo te vt || arbitror, non malum panegyristen probares, incepisti à cunabulis."

terwijl hij eindigt bladz. 20.

„PROPOSVI candide Lector, quantum in me fuit, specimē aliquod doctrinae, seu mauis inscitiae Scaligeri || in re Geometrica; breuius fortasse & moderatius, quam & eius innumerabilia flagitia postulabant, & hominis || impudens petulantia extorquere abinuito videri potuit:

Atque illud || postremo ex me habeto, hominem te vel nulla virtvte, vt ait ille, redemptum à vitijs, amare tamen possumus, || improbum te non odisse, etiā non fuerit nobis difficillimū· Allatrantem in bonos, laudatosq; viros, quietos ho- mines irritantem; mendacem, falsumque Mathematicum, inpurum, impium, non homines, non Deus, cuius.|| tibi iram ingentem iram thesaurisas, patietur".

Hieruit blijkt dus, dat CLAVIUS de wederlegging wel ernstig opneemt; trouwens beide mannen waren in vele opzichten, in godsdienst, in politiek, elkanders tegenvoeters; en CLAVIUS had bovendien verschillende twisten met SCALIGER gehad: onder anderen over den Gregoriaanschen Calender. Hiertegen had SCA-

LIGER geschreven de Hyppoliti Episcopi Canon Paschalis, Josephi Scaligeri elenchus et Castigatio Anni Gregoriani" [12]), waarop CLAVIUS in het volgende jaar antwoordde met zijn »Io. Scaligeri Elenchus et Castigatio Anni Gregoriani a Clavio castigata, Romae 1595", in 4°., dat in zijne Opera is opgenomen.

Deze »Opera omnia" bevatten in het eerste deel

Commentarium in Euclidis Elementa Geometrica. bladz. 1–638.

Commentarium in Sphaerica Theodosii. bladz. 1—48.

Sinuum, Tangentium & Secantium rationem & Canones. bladz. 59—148.

Tractationem triangulorum tum rectilineorum, tum sphaericorum. bladz. 149—250;

In het tweede deel

GEOMETRIAM PRACTICAM. bladz. 1—230 en 14 bladz.

ARITHMETICAM PRACTICAM. bladz. 1—75 en 6 bladz.

ALGEBRAM. bladz. 1—182.

In het derde deel

COMMENTARIUM IN SPHAERAM IOANNIS || DE SACRO BOSCO. bladz. 1—317 en 21 bladz.

ASTROLABIVM. blz. 1—34 en 20 bladz.

In het vierde deel

GNOMONICES LIBROS OCTO. bladz. 1—552 en 8, 12 bladz.

FABRICAM ET VSUM INSTRVMENTI AD HOROLOGIORVM || descriptionem peropportuni. bladz. 1—60.

HOROLOGIORVM NOVAM DESCRIPTIONEM. bladz 1—210.

COMPENDIVM BREVISSIMVM DESCRIBENDORVM HORO– || logiorvm horizontalivm ac declinantivm. bladz. 211—229.

NOTAS IN NOVAM HOROLOGIORVM DESCRIPTIONEM. bladz 230—240 en 3 bladz.

In het vijfde deel

ROMANI CALENDARII à GREGORIO XIII. P. M. RESTI- || TVTI Explicationem S. D. N. CLEMENTIS VIII. P. M. || jussu editam. bladz. 1—596 en 12, 26 bladz.

NOVI CALENDARII ROMANI APOLOGIAM aduersus Mi- || chaelem Maestlinum Gaeppingensem in Tubingensi Academia || Mathematicum duabus libris explicatam. bladz. 1—122.

APPENDICEM AD NOVI CALENDARII ROMANI Apologiam || in qua Josephus Scaliger, Georgius Germanus, & Franciscus ||

Vieta, qui Calendarium aliter instaurandum esse contenderunt, ‖ seorsim singuli confutantur. Accessit refutatio Cyclometriae ‖ eiusdem Scaligeri. bladz. 1—66, 1—20, 1—24.

Van deze werken bezit ik nog afzonderlijk zijn „Commentarivs in sphaeram Joannis de Sacro Bosco, 3e Ed. te Venetie 1596 [13]), en daarvan eene latere uitgave, eveneens van CLAVIUS zelven, S. Gervasii, 1608 [14]), waaruit blijkt dat de eerste uitgave in 1581 verschenen is. Verder zijn „Geometria Practica, Mogvntiae, 1606" [15]), en zijn „Algebra, Roma, 1608" [16]).

13. Thans komen wij tot de bestrijding van PETRUS ANTONIUS CATALDI, wiens geschriften tamelijk zeldzaam zijn; hier op de bibliotheek der Leidsche Hoogeschool bevindt zich een bundel, waarin vooreerst voorkomt zijn „TRATTATO ‖ DELLA QVADRATVRA ‖ DEL CERCHIO", Bologna, 1612 [17]) en het laatste gedeelte van zijn „DIFFESA D'ARCHIMEDE", Bologna, 1620 [18]) en wel met afzonderlijke paginatuur 1—32. In het „PROEMIO" voor het eerste boekje, op bladz. 1, komt voor eene verwijzing naar het tweede boekje.

„Come io mostro vel mio Trattato della Diffesa d'Archimede, diffenden- ‖ dolo in particolare dalle Oppositioni del Signor Joseffe Scaligero, Et da alcuni altri, che con- ‖ tro la sua salda Dottrina."

Neemt men hierbij in aanmerking, dat het laatste gedeelte van de aangehaalde „DIFFESA D'ARCHIMEDE" op bladz. 32 sluit met den datum

„*Die.* 10. *Junij* 1599. *paulò ante hor.* 15. *horologij Bononiae.*" dan ligt het vermoeden voor de hand, dat er tusschen 1599 en 1612 reeds eene uitgave van de „Diffesa" is verschenen.

Na dit „Proemio" op bladz. 1 en 2 van het boekje van Noot 17, volgt op bladz. 3 en 4, „In questo foglio si dà regola, e modo facilissimo ‖ di quadrare il Cerchio, nuouamente trouato da ‖ M. Pellegrino Borrello, Mathematico Reggiano". De opdracht „*Al Sereniss. Sig. il Sig. D. Cesare d'Este Duca di Reggio. Modona,* (sic) *&c.*" is geteekend „Di Reggio il di 6. di Maggio 1609"; BORELLUS noemt zich aldaar „Professore di Mathematica". Onder op bladz. 4 sluit dit stuk met de woorden: „*In Reggio, Appresso Flauio, e Flaminio Bartholi* 1609. *Con licenza de' Superiori*". Deze quadratuur is $3\frac{69}{484} = \left(1\frac{17}{22}\right)^2$,

juist de eerste van SIMON VAN DER EYCKE. Na de behandeling dezer uitkomst en het nagaan van hetgeen er op dit gebied door CLAVIUS, LUDOLF VAN CEULEN, CHRISTOPHORUS GRUENBERGIUS was gewerkt, gaat hij op bladz. 9 over tot de „OPERATIONI NVMERALI", waarop bladz. 39 volgt:

„*Alcune considerationi intorno alle trasmutationi, ò trasformationi nelle figure curuilinee,* | *& miste di archi di parte circonferentiali di cerchio.*

Eindelijk bladz. 45: SEGVITANO ALCVNI AVVERTIMENTI | *intorno alle figure Quadrilatere, & altre.*"

Hij eindigt op bladz. 55.

Nulla res est, vel non planè ardua, quae illustri patrocinio non indigeat, | *vt rectè, maturèq; perfici, ac impretari possit.* | DOMINE EXAVDI ORATIONEM MEAM."

De in verso en vier volgende bladzijden bevatten de platen met dertig figuren.

Gaan wij over tot de beschrijving van het tweede boekje, dat geen titel heeft. Boven aan bladz. 1 staat „COME SI TROVI LA GRANDEZZA, O SVPERFICIE DEL CERCHIO," waarin op bladz. 18 de cirkelquadratuur van SIMON VAN DER EYCKE wordt besproken, naar het „*Fundamentum Astronomicum Nicolai Raymari Vrsi Dithmarsi.*"

Daarop volgt bladz 33, (zonder paginatuur) „COME SI TROVI LA SVPERFICIE, | *& grandezza corporea della Sfera, ò Corpo tondo,*" en dan twee bladzijden met 18 figuren. Op bladz. 36 (zonder paginatuur) vindt men

„OPERE STAMPATE DI PIETR' ANTONIO CATALDI," die eene belangrijke bijdrage levert voor bibliographie. Zij geeft

Aritmetica vniuersale, in foglio.

Trattato del modo breuissimo di trouare la radice quadra delli numeri, in foglio.

Trattato della Quadratura del Cerchio, in foglio (het werk van noot 17.).

Algebra proportionale, in foglio.

Nuoua Algebra proportionale, in foglio.

Regola della Quantità o Cosa di cosa, in foglio.

Algebra Discursiua numerale, & lineale, in foglio.

Diffesa d'Archimede dalle Oppositioni del Signor Gioseffe Scaligero, in foglio (het werk van noot 18).

Trattato Geometrico, doue si esamina il modo di formare il Pentagono sopta ad vna linea retta, descritto da Alberto Durero, in foglio.

Elementi delle quantità irrationali o inesplicabili, in foglio.

Trattato delli Elementi delle quantità Algebraiche, in foglio.

Trasformatione Geometrica, in foglio reale.

Transformatio Geometrica.

La Reduttione alla Prattica, delli sei primi libri delli Elementi d'Euclide.

Opusculum de lineis rectis aequidistantibus, & non aequidistantibus, in quarto.

Operetta delle linee rette equidistanti, & non equidistanti, in quarto.

Trattato delli numeri perfetti, in quarto.

Prima lettione nel principio del leggere Euclide nello Studio di Perugia alli 12. di Maggio 1572. Et due lettioni fatteui nella Academia del Disegno, in quarto.

Operetta di Ordinanze quadre di Terreno, & di gente, & altre con alcuni quesiti intorno alle Ordinanze diuerse, in quarto.

Due lettioni fatte nella Academia erigenda del trouare la grandezza delle figure rettilinee, & Aggionta del trouare la grandezza, & superficie delle Sfere, & parte loro. Et delle cinque zone terrestri, & parti loro, in quarto.

Hij voegt daarbij

Molte altre Opere composte, & che si vanno componendo si Stampiariano quando vi fusse la commodità.

Van deze verschillende werken bezit ik het »Opusculum de lineis rectis aequidistantibus et non aequidistantibus, Bononia, 1607. 4°. [19]). waarin hij in 15 theoremata, drie corolloria en een Problema, het vijfde Postulatum en de zevende Propositio uit het Eerste Boek der Elementen van Euclides, over de evenwijdige lijnen handelt.

14. Is de bestrijding van CATALDI eene ernstige, die van CLAVIUS getuigde van toorn en gekrenkt gevoel. Daarentegen is die van Vieta, die ons nu ten slotte nog zal bezig houden, eene geestige bespotting. Men vindt die in de uitgaven zijner »Opera Mathematica, opera et studio Francisci à Schooten Lugd. Bat. 1646" [20]) en wel in het Opus XIII. MVNIMEN ‖ ADVERSVS NOVA ‖ CYCLOMETRICA ‖ Seu ‖ *ΑΝΤΙΠΕΛΕΚΥΣ*. bladz. 436—446,

terwijl reeds in opus VIII voorkomt „PSEVDO-MESOLABVM ‖ & alia quaedam ‖ ADIVNCTA CAPITVLA" bladz. 258—285.

In geen van deze beide stukken wordt de naam van SCALIGER genoemd, maar toch worden zijne stellingen en beweringen bespottelijk gemaakt en wiskundig wederlegd; waarbij de eigenaardige redeneertrant van SCALIGER, zijn invoeren telkens van grieksche woorden, enz., nauwkeurig worden nagebootst.

VIETA begint zijn Munimen aldus.

„LVSERVNT illi operam infeliciter, qui suis, quas Secu- ‖ riclas vocant, figuris conati sunt circulum triginta sex ‖ segmentis hexagoni adaequare. Quid enim certi ex ma- ‖ gnitudinibus plane incertis poterant resolvendo conse- ‖ qui? . . . ‖ . . . sed in vicium, quod ‖ Logici appellant ἄιτημα τοῦ αἰτήματους, Diophantaei ἀνισότηθα, incident, aut ‖ demum falso seipsos deludent calculo. ‖ . . . Sunt autem imbelles, qui μονοστομους istas ‖ bipennes reformidant, & jam ab iis sauciatum deflent Archimedem. . . . ‖ . . . Quo tamen un- ‖ dique sint tutiores,

Nubigeros clypeos, intactaques caedibus arma,

sed δυσσελεκηθὰ, quibus primum sese muniant, profero, subministraturus πο- ‖ λεμικὰ, si forte hostium ferocior audacia est. ‖ PROPOSITIO I. ‖ AMBITVS dodecagoni circulo inscripti, minorem habet rationem ‖ ad diametrum, tripla sesquioctava."

Op bladz. 445 begint „SECVNDAE ΠΕΛΕΚΥΟΜΑΧΙΑΣ ‖ hypotyposis, ἐκ τοῦ προσθηκιδιου", en VIETA eindigt op bladz. 446 met

„ΨΕΥΔΟΠΟΡΙΣΜΑ. ‖ Ergo triginta septem triangula BEF sunt majora triginta sex segmen- ‖ tis BCDF. ‖ Elenchus ασυλλογιστιας. ‖ In Grammaticis, dare navibus Austros, & dare naves Austris, sunt aeque significantia. ‖ Sed in Geometricis, aliud est adsumpsisse circulum BCD non esse majorem triginta ‖ sex segmentis BCDF, aliud circulo BCD non esse majora triginta sex segmenta BCDF. ‖ Illa adsumptiuncula vera est, haec falsa.

Cum igitur ita arguo

Triginta septem triangula majora sunt circulo.

Sed triginta sex segmenta non sunt majora circulo.

Ergo triginta septem triangula majora sunt triginta sex segmentis.

Syllogistice concludo, sed falso, quia falsum adsumo.

Pecco autem in leges Logicas cum in hanc formulam syllogismum instituo.

Circulus minor est triginta septem triangulis.

Circulus non est major triginta sex segmentis.

Ergo triginta septem triangula sunt majora triginta sex segmentis.

Est autem ὀφθαλμικὸν σφαλμα, non διανοηθικον. Cum enim initio vere proposuissent ‖ Cyclometrae circulum non esse majorem triginta sex segmentis hexagoni, legerunt ex ‖ postfacto non esse minorem, atque inde suum elicuerunt Corollarium. ‖ FINIS."

Ook zijn »PSEUDO-MESOLABVM" begint hij op dergelijke wijze. bladz. 258.

Pseudo-Mesolabum fabrico, ut, Pseudo-Mesolabvm, illi- ‖ bata Eratosthenis, cujus quidem epicherema fuit δυσμη- ‖ χανον, sed generaliter ac vere propositum, laude & gloria. ‖ ... Quare quatuor rectas proportionales in mu- ‖ tua sectione inscriptae & diametri ita speculabor, ut non ideo mihi appa- ‖ reat esse continue proportionales, quia erant, & sequuta est ἐφαρμοσις, ‖ sed το διότι in eo situ expendam, earum genesin a seipsis repetiturus, atque ‖ adeo angulorum, qui in ea sectione fiunt, & deluserunt incautos, sympto- ‖ mata adnotaturus. Sic igitur demonstro, sic facio."

Op diezelfde wijze voortredeneerende, eindigt hij op bladz. 274 met het

»Ψευδο προβλημα. ‖ Datis duobus lineis rectis, invenire duas medias continue proportionales."

15. Heeft dus onze SCALIGER met zijne Cyclometrica en zijn Mesolabium weinig eer behaald: het kan niet ontkend worden, dat zijne »Prolegomena in Cyclometrica" (pag. 1—16) van groote geleerdheid getuigen. Daarin toch behandelt hij de onderzoekingen van LEON NEOCLIDIS discipulus, CONON SAMIUS, ARCHIMEDES, HIPPOCRATES CHIUS, ARISTOTELES, APOLLONIUS PERGAEUS, PHILO GADARENUS, HIPPIAS, DINOSTRATUS, SPORUS NICENUS, PAPPUS ALEXANDRINUS, BRYSON, ANTIPHO, PLAUTUS, EUDOXUS, EUCLIDES, CHRYSIPPUS, NICOMEDES, PHILIPONUS, PTOLEMAEUS, en van de nieuwere ORONTIUS FINAEUS, NICOLAUS DE CUSA, JOHANNES REGIOMONTANUS.

AANTEEKENINGEN.

---

1)* M. MANILI || ASTRONOMI- || CON. LIBRI || QVINQVE. || JOSEPHVS SCALIGER || JVL. CAES. F. RESENSVIT, || ac pristino ordini suo restituit. || *Eiusdem* JOS. SCALIGERI *Commentarius* || *in eosdem libros, & Castigationum* || *explicationes.* || Vignette: een tuinman, die een boom snoeit, met motto: NOLI ALTUM SAPERE SED TIME. || LVTETIAE, || Apud Mamertum Patissonium Typographum || Regium, in officinâ Roberti Stephani. || M.D.LXXIX. || CVM PRIVILEGIO REGIS. in 8°.

XII pages, en A—t pag. 1—292 en 12 bladz. (zonder paginatuur).

2)* JOSEPHI SCALIGERI || JULJ. CAESARIS F. || OPVS || DE || EMENDATIONE || TEMPORVM : || Hac postrema Editione, ex Auctoris ipsius manuscripto, || emendatius, magnaque accessione || auctius. || ADDITA VETERVM GRAECORVM || Fragmenta selecta ; || *Quibus loci aliquot obscurissimi Chronologiae Sacrae, & Bibliorum illustrantur :* || *Cum* NOTIS *eiusdem Scaligeri.* || Vignette: een gekroonde salamander in het vuur. || COLONIAE ALLOBROGUM, || Typis ROVERIANIS. || M.DC.XXIX. || *Cum Priuilegio Sacrae Caesareae Maiestatis.* in folio.

α, XVI bladz. bevat verkorte titel vóór dezen. Daarna de opdracht: „DOMINO || ACHILLI HARLAEO || EQVITI, || AMPLISSIMI SENATVS. || PARISIENSIS PRINCIPI". (4 bladz.), 6 bladz. verzen en aanhalingen.

β—*ζ*. bladz. I—LIII „PROLEGOMENA" en 4 bladz. (zonder paginatuur) CONSPECTUS.

A—*Zzz*. bladz. 1—784 en 48 bladz. (zonder paginatuur) de „NOMENCLATOR" en drie INDICES.

a—e., bladz. 1—60. VETERVM || GRAECORVM || FRAGMENTA || SELECTA. ||

3)* JOSEPHI || SCALIGERI || JVL. CAES. F. || DE || RE || NVMMARIA || Dissertatio, || LIBER POSTHVMVS : || *Ex Bibliotheca Academiae* || *Lugd. Bat.* || Vignette: een passer met het motto: LABORE ET CONSTANTIA. || EX OFFICINA PLANTINIANA || RAPHELENGIJ, || 1616. in 8°.

XVI bladz. (zonder paginatuur) bevatten: titel, opdracht „*Nobi-*

lissimis & Amplissimis Viris, || *Academiae Lugduno Batauae* || CVRATORIBVS || .... || ET || *Amplissimis Prudentissimisqve viris,* || *Reipublicae Leydensis* || CONSVLIBVS, || .... || *Amplissimo Prudentissimoque Viro* || .... || Eiusdem Reip. SYNDICO & DD. || Curatoribus A. SECRETIS." van WILLEBRORDVS SNELLIVS (9 bladz.) NOMINA AVTORVM (5 bladz.).

A—t, bladz. 1—112.

Het werk werd na des schrijvers dood door W. SNELLIUS uitgevoerd.

4)* WILEBRORDI (sic) SNELLII R. F. || DE || RE NVMMARIA || Liber singularis. || Vignette: de passer met het devies: „LABORE ET CONSTANTIA. || EX OFFICINA PLANTINIANA || RAPHELENGII, || M.D.CXIII. in 8°.

Het boek is dus te Leiden gedrukt.

8 bladz., zonder pagineering, bevat de opdracht „*Clarissimo Consultissimoque* || *viro,* || HVGONI GROTIO, || Hollandiae & Zelandiae || FISCI ADVOCATO."

a—c, bladz. 1—72.

5)* ILLVSTRISS. VIRI || JOSEPHI SCALIGERI, || IVLII CAES. A. BVRDEN. F. || EPISTOLAE || omnes quae reperiri potuerunt, nunc || primum collectae ac editae. || *Caeteris praefixa est ea quae est De Gente* SCALIGERA; || *in qua de autoris vita; & sub finem* DANIELIS || HEINSII *De morte eius altera.* || Vignette; een boom met tuinman en devies: „NON SOLUS". || LVGDVNI BATAVORVM. || Ex Officinâ BONAVENTVRAE & ABRAHAMI || ELZEVIR. Academ. Typograph. || cIↃ IↃC XXVII. || *Cum Privilegio.* in 8°.

24 bladz. bevatten in verso van den titel, het „Summa Privilegij". gedateerd, met geschreven letters, „Cal. April 1627"; dan de opdracht aan de Curatoren der Leidsche Hoogeschool, door de Gebroeders ELZEVIER, (4 bladz.): het „AMICO LECTORI (3 bladz.); „Elogia eruditorum || DE || JOSEPHO SCALIGERI" (5 bladz.) „APOTHEOSIS || JOSEPHI SCALIGERI || ex Manibus ejus à DANIELE HEINSIO || conscriptis" (4 bladz.) „INDEX || EORVM AD QVOS EPISTOLAE || hae sunt scriptae" (4 bladz.) „Errata" (2 bladz.) en een opdracht aan SCALIGER (1 bladz.).

A—Kkk. bladz. 1—887, het werk zelf.

6)* JOSEPHI || SCALIGERI || JUL. CAES. F. || CYCLOMETRICA || ELEMENTA DVO || AD || ILLVSTRES NOB. AMPLISS. Q. HOLLANDIAE || WESTFRISIAE ET ZEELANDIAE || ORDINES. || Vignette: twee beelden naast een wapenschild met een open passer, daarboven: LABORE || ET || CONSTAN- || TIA. || LVGDVNI BATAVORVM, || EX OFFICINA PLANTINIANA, || Apud Franciscum Raphelengium. || cIↃ IↃXCIV. in fol.

XII bladz. bevatten: titel, opdracht aan de „Hollandiae.|| West-frisiae || et. | Zeelandiae || Ordinibvs" (6 bladz.) geteekend „Lugduni Ba-|| tauorum. Kal. Junij. cIↃIↃ xciv; een „Candido lectori || sa-lvtem" (3 bladz.),. waarin hij verschillende schrijffouten aangeeft, die hij aan zijn ziekelijken toestand toeschrijft „& quamuis à || longo & molesto morbo me nondum recepissem: tamen non minus || ab animo, quam a corpore aeger coepi illa confusa utcunque digerere, || & in mundum transcribere ... quae (morbi vestigia) tu, candide lector, tam beneuole mihi condonabis, quam || facile deprehendes ea, non mentis, sed calami properantis errata || esse."

Hierop volgt het merkwaardige stuk (1 bladz.) voor den Nederlandschen boekhandel.

Henrici, || D.G. || Christianissimi || Franciae et Navarrae || Regis, || sanctione cavtvm est: || Ne qvis, quoscvnque libros nvnqvam ante editos || Franciscvs Raphelengivs, Christophori Plantini || gener, primvs typis vvlgaverit, eosdem, citra ipsivs || (Raphelengii) volvntatem, intra proximvm a prima || cvjvsqve libri editione decennivm, totos vel ex parte, || in vllis regni Franciae ditionibvs imitari, excvdere, || alibive excvsos in iisdem venales exponere avdeat. ||

Privilegii conditiones, indictaeqve infractoribvs || mvlctae, lativs continentvr in literis regiis datis || sigillatisqve in consilio regis, Parisiis, xxi. Aprilis, || Anno cIↄ. iↄ. xciv. et reg. ipsivs qvinto, ac signatis, || de Baigneavlx. ||

Exemplar Priuilegij Regij in fine || *Mesolabij adpositum est.*

A—P bladz. 1—122 bevat

Bladz. 1—16, Prolegomena || in || Cyclometrica : Elementa. || *Ad candidum Lectorem.*

Bladz. 17—67, Cyclometricvm elementvm || privs, qvod et cycloperimetricon || dicitur, siue De ambitu circuli. (Propositiones xvii.)

Bladz. 68—122 (moet zijn: 124), Cyclometricvm elementvm || posterivs, qvod et cyclodynamicon || Siue de potentia circuli dicitur. (Propositiones xix.)

Daarop volgt de titel

Josephi || Scaligeri || Jvl. Caes. F. || Mesolabivm. || Ad || Nobiles Academiae Lugdunensi Batauorum || Cvratores, || Et Magnificos eiusdem ciuitatis || consvles. || Vignette: hetzelfde ornament als boven. || Lvgdvni Batavorvm || Ex officina Plantiniana, || Apud Franciscum Raphalengium. || cIↄ. iↄ. xciv.

a—d bladz. 1—34 bevat de opdracht (7 bladz), geteekend: „Lugdini Batauorum. Kalend. Junij || cIↄ.iↄ.xciiii.. Dan

Bladz. 9—13 Prolegomena || in || Mesolabivm. || *Ad candidum Lectorem.*"

Bladz. 14—34 ΜΕΣΟΛΑΒΙΟΝ. (Propositiones VIII.)

Bladz. 35 (zonder pagineering) vindt men het „Priuilege du Roy de France."

Het boek is vol met grieksche uitdrukkingen en opschriften. De meetkundige figuren, en alles wat daarop betrekking heeft, is met rooden inkt gedrukt.

7) JOSEPHI || SCALIGERI || JVL. CAES. F. || APPENDIX || AD CYCLOMETRICA SVA : || In qua asseritur Quadratio circuli, contra oblatra—tiones quorundam, & castigantur || quaedam errata in || DEMONSTRATIONIBUS CYCLOMETRICIS. || Vignette: een passer in een krans, met het motto: LABORE ET CONSTANTIA, || LVGDVNI BATAVORVM. || EX OFFICINA PLANTINIANA, || Apud Franciscum Raphelengium. || cIɔ.Iɔ.XCIV. in folio.

Bladz. 1—20, met de signatuur I en II bevatten:

Bladz. 3—6 CANDIDO LECTORI, geteekend „Lugduni Batauorum. x. Kal. Decembris."

Bladz. 7—20. APPENDIX. Propositiones VII. Een vers en de „Errata."

Het boekje is kleiner van formaat dan de vorige, en veel minder netjes gedrukt, ook zonder rooden inkt.

8)* JOSEPHI || SCALIGERI || JUL. CAES. F. || MESOLABVM. Zie Aanteekening (6).

9) IN || ARCHIMEDIS || CIRCVLI DIMENSIONEM || Expositio & Analysis. || APOLOGIA PRO ARCHIMEDE, || ad Clariss. virum Josephum Scaligerum. || EXERCITATIONES CYCLICAE || contra Josephem Scaligerum, Orontium Finaeum, & Raymarum || Vrsum, in decem Dialogos distinctae. || AVTHORE ADRIANO ROMANO EQVITE || *Aurato, Matheseωn Excellentissimo Professore in* || *Academia VVurceburgensi.* || Vignette: eene paauw. || WVRCEBVRGI. || Anno CIↃIↃXCVII. in folio.

4 bladz. (zonder pagineering) dan A—EE, bladz. 1—112

Aan het hoofd der bladzijden staat door het geheele werk heen: „APOLOGIA PRO ARCHIMEDE."

10) LA || FORTIFICATION || DEMONSTREE ET || REDVICTE EN ART || PAR || FEV || J. ERRARD DE BAR LE DVC || *Ingenieur du Tres chrestien Roy de france et de* || *Navarre'* || *Reveue corrigee' & augmentee par A. Errard* || *son nepveu aussi Ingenieur ordinaire du Roy* || *suiuant les memoires de l'Autheur Contre les* || *grandes Erreurs de l'Impression contrefaicte* || *en Allemaigne, Dediée a sa Maiesté.* || *A Paris.* 1620. || *Auec Priuilege du Roy.*

Dit zijn de woorden van den gegraveerden titel, geplaatst in een portico, waarvan de pilaren twee kanonnen zijn, die het wapen en

den naam van „M. DE. BETVNE" dragen; daar tusschen staan nog twee andere wapens. Op een der kolommen staat „*J. Briot. fecit*". Het werk is in folio.

a, e, 8 bladz. zonder pagineering, bevatten:
titel, de opdracht „AV ROY" door A. ERRARD, den neef (1 bladz.) en in verso „ADVERTISSEMENT AV LECTEVR || SVR LE SVBJECT DE LA REIMPRESSION DE CE || LIVRE, ET TOVCHANT CE QVI A ESTÉ DE || nouueau adjousté en iceluy." Daarop de opdracht „AV ROY" van den schrijver J. ERRARD (2 bladz.) en de „PREFACE || A LA NOBLESSE FRANÇOISE" (2 bladz.). Dan

A—B, bladz. 1—30. (31, 32 en 34 zijn wit). Bladz. 33 bevat den titel

LE || SECOND LIVRE || DE LA FORTIFICATION || DEMONSTREE ET RE- || DVICTE EN ART || PAR FEV J. ERRARD, DE BAS-LE-DVC, INGENIEVR || ORDINAIRE DV ROY. || AVQVEL EST TRAICTÉ TANT DE LA CONSTRVCTION | *que Demonstration des Figures Regulieres; Auec vne Table Methodique, qui* || *enseigne & faict voir le project de tout ce Liure.* || Reueu, Corrigé & Augmenté par A. ERRARD, son Nepueu, aussi Ingenieur Ordinaire || du Roy; suiuant les mémoires laissez par l'Autheur. || Vignette ornament, avec les lettres P. D. || L." || A. PARIS. || M. DC. XIX.

Bladz. 35, opdracht „A MONSEIGNEVR MAXIMILIAN || DE BETHVNE, CHEVALIER, MARQVIS DE || ROSNY, GRAND MAISTRE DE L'ARTILLERIE, || ET SVRINTENDANT DES || Fortifications de France, &c." van J. ERRARD.

K—Aa, bladz. 36—93.

Bladz. 94, 96 zijn wit. Bladz. 95, de titel voor „LE TROISIESME || LIVRE" etc.

Bb—Oo, bladz. 97—147.

Bladz. 148, 150, wit, bladz. 149 de titel voor „LE || QUATRIESME || LIVRE etc." Hier komt als vignette voor: eene zee met dolphijn schepen, met het randschrift: „LONGE DIFFVNDITVR || AEQVOR. || P. D. L."

Pp—Xx, blz. 151—175.

Bladz. 176, 180 zijn wit. Bladz. 177—179 (zonder pagineering) het „PRIVILEGE DV ROY."

11)*CHRISTOPHORI || CLAVII BAMBER- || GENSIS E SOCIETA- || TE JESV || OPERVM MATHEMA- || TICORVM || TOMVS QUINTVS || *Continens* || ROMANI CALENDARII À GREGORIO XIII. P. M. RESTI- || TVTI Explicationem S. D. N. CLEMENTIS VIII. P. M. || iussu editam. || NOVI CALENDARII ROMANI APOLOGIAM aduersus Mi- || chaelem Maestlinum Gaeppingensem in Tvbingensi Academia || Mathematicum duobus libris explicatam. || APPENDICEM AD NOVI CALENDARII ROMANI Apologiam, || in qua Josephus Scaliger, Georgius Germanus, & Franciscus || Vieta, qui Calendarium aliter instaurandum esse contenderunt, || seoraim singuli

confutantur. Accessit refutatio Cyclometriae || eiusdem Scaligeri. || Vignette: de I. H. S. met het randschrift LAVDA. BILE. NOMEN. DOMINI. || MOGVNTIAE, || Sumptibus ANTONII HIERAT, excudebat || JOANNES VOLMARI. || *Cum Gratia & Priuilegio Sacrae Caesar. Maiest.* || ANNO M. DC. XII. in folio.

XII bladz. (zonder pagineering), bevatten titel, opdracht (4 bladz.) van „JOANNES REINHARDVS ZIEGLERVS E SOCIETATE JESV. S. P.", een fransche titel van het eerste werk met de opdracht van Clavius aan Paus CLEMENTI VIII" (3 bladz.) een besluit van dien Paus (2 bladz.) en het „Lectori S." (2 bladz.).

A—Fff, bladz. 1—596 en 25 bladz. (zonder paginatuur), die bevatten vijf INDICES, 3 bladz. wit: het eerste werk.

A—K, (bladz. 1—122), het tweede werk met een afzonderlijken titel „NOVI || CALENDARII || ROMANI || APOLOGIA." 2 bladz. wit. Dan „APPENDIX AD NOVI CA- || LENDARII ROMA- || NI APOLOGIAM || *Continens* || JOSEPHI SCALIGERI Elenchum & castigationem Calendarij Gre- || goriani à CHRISTOPHORO CLAVIO castigatam, || &c.

A—E, (bladz. 1—59), het derde werk met een afzonderlijken titel, waarvan het laatste gedeelte (bladz. 51—59) „RESPONSIO || AD CONVICIA, || ET CALVMNIAS IO- || SEPHI SCALIGERI IN || CALENDARIVM, GREGORIANVM." 1 bladz. wit.

a—b, (bladz. 1—20) de „REFVTATIO || CYCLOMETRICAE || JOSEPHI SCA- || LIGERI", met het opschrift der bladzijden: IN CYCLOMETRICIS || ERRORES SCALIGERI."

aa—bb. (bladz. 1—28) de „CONFVTATIO || CALENDARII GEORGII GERMAN- || NI WARTENBER- || GENSIS BORVSSI, || *Auctore* || CHRISTOPHORO CLAVIO BAMBER- || GENSI SOCIETATIS JESV." (bladz. 1—10); „ADMONITIO THEODOSII || RUBEI PRIVERNA- || TIS S. THEOLO- || GIAE, ET V. I. D. || Pro || CHRISTOPHORO CLAVIO BAMBER- || GENSI SOCIETATIS JESV || ADVERSVS FRANCISCI VIETAE || EXPOSTVLATIONEM (bladz. 11—16); „RESPONSIO || LAVRENTII || CASTELLANI PA- || TRITII ROMANI || AD EXPOSTVLATIONEM || FRANCISCI VIETAE || ADVERSVS CHRISTOPHORVM CLAVIVM." (blz. 17—28).

Voor het eerste deel staat een algemeene gegraveerde titel.

CHRISTOPHORI || CLAVII BAMBERGENSIS. || E. *Societate* JESV || OPERA MATHE- || MATICA || V. *Tomis distributa* || *Ab auctore nunc denuo correcta, et plurimis locis aucta.* || *Ad Reverendiss. et Illustriss. Principem ac Dominum* || D. JOANNEM GODEFRIDVM EPISCO*pum* || *Bambergensem &c.* || MOGVNTIAE, || *Sumptibus Anthonij Hierat* || *Excudebat Reinhardus Eltz.* || *Cum gratia et privilegio Sac. Caes. Maiest.* || *Anno* M.DCXII.

Het schild, waarop deze titel staat, wordt gesteund door twee beelden, de „GEOMETRIA en de ASTRONOMIA met de teekens I H S en MAR. Daarboven staat „S. HEINRICUS, Maria met het kind

Jesus, S. KVNIGVND. Daaronder het portret van den schrijver op ovaal met randschrift „*Christophorus* || *Clavius Bamb.* || *Societatis* || *Jesu*". en daaronder „*Dedit mihi Deus ut sciam anni cursus et* || *stellarum dispositiones. Sap.* 7." rechts en links, vier wonderverhalen uit het oude testament.

12) HIPPOLYTI EPISCOPI || CANON PASCHALIS: || CVM || IOSEPHI SCALIGERI || Commentario. || EXCERPTA *ex Computo Graeco* ISACII || ARGYRI *de correctione Paschatis.* || JOSEPHI SCALIGERI Elenchus & || Castigatio Anni Gregoriani. || AD || *Nobiliss. & Ampliss. virum* || JOHANNEM AB OLDENBARNEVELT, || J. C. Clmum *Hollandiae & Westfrisiae primarium* || *Consiliarum & Aduocatum.* || Vignette: een passer met de legende: LABORE ET CONSTANTIA. || LVGDVNI BATAVORVM, || EX OFFICINA PLANTINIANA. || Apud Franciscum Raphelengium. || CIↃ.IↃ XCV. in 4°.

12 bladz. bevatten de opdracht aan Oldenbarnevelt, gedateerd: „Lugduni Batauorum, Nonis Septembris. CIↃ. IↃ. XCV".

A--K, bladz. 1—78.

13)* CHRISTOPHORI || CLAVII BAMBERGENSIS || EX SOCIETATE JESV || IN SPHAERAM JOANNIS || DE SACRO BOSCO || COMMENTARIVS, || Nunc tertio ab ipso Auctore recognitvs, & plerisque in locis || locupletatus. Maiori item cura correctus. || PERMISSV SVPERIORVM. || Vignette: een sphaera armillaria || VENETIIS, Apud Bernardum Basam sub signo Solis. 1596. in 4°.

In verso van den titel eene inhoudsopgave „AD LECTOREM." Dan een opdracht „IO. JACOBO || TONIALO VIRO || ERVDITISSIMO. || IO. BABTISTA CIOTVS. S. P. D." gedateerd „Venetijs. Kalend. Septembris. M.D.XCVI." waaruit blijkt dat dit een overdruk is te Venetie, „nouis figuris, & diligen- || ti correctione meis typis imprimendos." (8 bladz. en 1 bladz. wit). Dan INDEX RERVM, ET VERBORVM (24 bladz.).

A—Gg. blz. 1—483.

Bladz. 484 (niet gepagineerd), bevat „Regestvm" voor den binder, eene zon, als vignette. Dan VENETIIS. M. D. XCVI.

Het tweede hoofdstuk begint bladz. 221, het derde blz. 314, het vierde blz. 431; evenwel staat aan het hoofd der bladzijden ook bij de latere hoofdstukken bijv. nog bladz. 476 „*I Cap*"

14)* CHRISTOPHORI || CLAVII BAMB. || EX SOCIETATE JESV, || IN SPHAERAM JOANNIS || DE SACRO BOSCO, || COMMENTARIVS. || Nunc postremò ab ipso Auctore recognitus, et plerisque in || locis locupletatus. || *Accessit Geometrica atque vberrima de Crepusculis* || *Tractatio.* || Vignette: fontein met het randschrift: „EGO SITIENTI DABO DE FONTE

AQUAE VIVAE GRATIS APOC. XXI." || S. GERVASII, || *Apud* SAMVELEM CRISPINVM. || M.DCVIII. || CVM PRIVILEGIO. in 4°.

8 bladz. (zonder pagineering): de titel en opdracht „SERENISSIMO PRINCIPI, || ET DOMINO, D. GVILHELMO, || COMITI PALATINO, RHENI, || ac vtriusque Bauariae Duci &c. || CHRISTOPHORVS CLAVIVS || E SOCIETATE JESU" gedateerd „ROMAE, Anno M.D.LXXXI. xiiij. Kal. || Octobris." Dan de „AD LECTOREM (2 bladz.)

A—Ffff, bladz. 1—597, 585 (lees 598) 2 bladz. wit.

a, e, i, o, u (38 bladz. zonder paginatuur) „Index rervm || et verborvm".

Het tweede hoofdstuk begint bladz. 241, het derde bladz. het vierde bladz. 498 ; bladz. 552 wit de „DIGRESSIO GEOMETRICA" over de schemering begint bladz. 553.

Het boek is zeer netjes gedrukt: iedere bladzijde is door een dubbel raam omsloten, de afstand daar tusschen dient voor noten, inhoudsopgave enz.

15)* CHRISTOPHORI || CLAVII BAMBER- || GENSIS E SOCIETATE || JESV. || GEOMETRIA || PRACTICA. || Vignette: I H S met het randschrift „NOMEN. DOMINI. LAUDA BILE. || *Cum gratia & Priuilegio Sac. Caes. Maiestat.* || Superiorum Permissu. || MOGVNTIAE, || Ex Typographeo IOANNIS ALBINI. || ANNO M.DC.VI. in 4°.

a—c, 24 bladz. zonder paginatuur bevatten titel, de opdracht van Clavius aan „PERILLVSTRI AV GENEROSO D. || GEORGIO FVGGERO || SENIORI || BARONI IN KIRCHBERG, || ET VVEISSENHORN (3 bladz.) getateerd „ROMAE PRIDIE IDVS SEPTEMB. || cIɔ.cI.cIIII. Het imprimatur van Claudius Aquauiua Societatis JESV. Praep. Gen. 23 Maij 1604. van Theodosius Rubeus Priuernas. 16 Julij 1604 en Fr. Paulus de Francis de Neapol. (1 bladz.) Index (17 bladz.) 1 bladz. wit.

A—Fff, bladz. 1—392 acht boeken en INDEX (26 bladz.) zonder pagineering.

Behalve nog andere tafels komen hier bladz. 377—386 voor.

„SEQVITVR TABVLA QUADRATO- || rum & Cuborum, quorum radices maio- || res non sunt, quam 1000."

16)* ALGEBRA || CHRISTOPHORI || CLAVII || BAMBERGENSIS || E SOCIETATE || JESV. || Vignette: I H S || ROMAE, || Apud Bartholomaeum Zannethum. || Anno M.DC.VIII. || SVPERIORVM PERMISSU. in 4°.

a—d, 38 bladz., titel en in verso drie imprimatur. Dan de opdracht van CLAVIUS.

„ILLI.MO ET EXCELL.MO D. || DON JOANNI || DE GVEVARA || DVCI BOVINI || REGNI NEAPOLITANI || MAGNO SENISCALLO." (4 bladz.) gedateerd: ROMAE IDIBVS MARTII M.DC.VIII." Dan INDEX (29 bladz.) „ERRATORVM CORRECTIO (3 bladz.), 2 bladz. wit.

A—Bbb. bladz. 1—383. XXXII Capita.

Bladz. 384 (niet gepagineerd) het REGISTRVM voor den binder; eene vignette: drie speeren, en den naam des drukkers, enz.

17) Da Sapienti occasionem, & addetur ei sapientia || Ex Prouerbijs Salomonis. || TRATTATO || DELLA QVADRATVRA || DEL CERCHIO || DOVE SI ESAMINA VN NVOVO || modi di Qvadrarlo per numeri. || Et insieme si mostra come, Dato vn Rettilineo, si formi vn Curuilineo || eguale ad esse Dato. || *Et di piu alcune Trasformationi di Curuilinei misti fra loro.* || Di Pietroantonio Cataldi. || ALL' ILLVSTRISSIMO || SENATO DI BOLOGNA. || Vignette: de oorlogsgodin, met de opschriften „ET GAVDET BEL-LONA LIBELLIS" en „HVMILE NON PER PARVO." || IN BOLOGNA || Per Bartholomeo Cochi, M.DC.XII. || Con licenza de' superiori. in fol.

A,a, bladz. zonder paginatuur bevat titel en opdracht (1 bladz.).

B—P, bladz. 1—56.

Dan 5 bladzijden met houtsneden, die bij het werk behooren.

18) DIFFESA D'ARCHIMEDE, || TRATTATO DEL MISVRARE, || ò trouare la grandezza del Cerchio, || *Doue si diffende Archimede Siracusanò dalle oppositioni del Signor Joseffe Scaligero:* || *Et si mostra la proportione della Circonferenza al diametro datali nella sua* || *opera intilolato Cyclometrica Elementa duo, non le potere conuenire.* || Di piu s'essaminano, alcune cose scritte alla della opera de esso Signore nel volere dare. || Regola à inscriuere le figure rettilinee aequiangole di quanti lati || si voglino nel Cerchio. || DI PIETRO ANTONIO CATALDI LETTORI DELLE SCIENCE || Mathematicae nello studio di Bologna. || ALL' ILLVSTRISSIMO || SENATO DI BOLOGNA. || IN BOLOGNA || Per Sebastiano Bononi. 1620 || *Cum Licenza de' Sup.* in fol.

4 bladz. zonder paginatuur, bevatten titel en opdracht.

Dan bladz. 1—74; daarop bladz. 1—32 met het opschrift: „COME SI TROVI LA GRANDEZZA, O SVPERFICIE DEL CERCHIO," dit is gedateerd „*Die* 10 *Junij* 1599. *paulò anti hor.* 15 *horologij Bononiae.*

Bladz. 33—36 (zonder pagineering) bevatten:

COME SI TROVI LA SVPERFICIE. || & *grandezza corporea della Sfera, ò Corpo tondo.*

19)* IN DEI NOMINE. || OPVSCVLVM || DE LIBRIS RECTIS || AEQVIDISTANTIBVS, || ET NON AEQVIDISTANTIBVS, || Petri Antonij Cataldi. || Vignette: Hercules met dendraak. || BONONIAE, || Apud Haeredes Joannis Rossij. M.DC.IIΙ. || *Superiorum permissu.* in 4°.

4 bladz. bevat, behalve den titel, de opdracht aan „EXCELLENTISSIMIS, || HVMANISSIMISQ. DD. || MATHEMATICIS, || Dominis summa ob-

seruantia Colendissimis. || Petrus Antonius Cataldus. F. P." gedateerd: „*Bononiae* || *die Veneris* 24. *Januarij* M.DC. III. *peragrante Luna gradum vi-* || *gesimumquartum Geminorum in Trigono sinistro Martis.*" (1 bladz.).

Dan een „AD LECTORES."

A—E, bladz. 1—35.

Aan het einde staat „LAVS DEO SEMPER."

20) FRANCISCI VIETAE || OPERA || MATHEMATICA, || in unum Volumen congesta, || ac recognita, || *Operâ atque studio* || FRANCISCI à SCHOOTEN Leydensis, || Matheseos Professoris. || Vignette: een boom met klimplant en man, waarbij motto „NON SOLUS." || LVGDVNI BATAVORVM, || Ex Officinâ Bonaventurae & Abrahami Elzeviriorum. || CIↃ IↃC XLVI. in folio.

XII bladz. bevatten den titel, een brief van FRANCISCUS à SCHOOTEN aan JACOBO GOLIO, Mathematum, Linguarumque Orientalium in illustri || Academiâ Lugduno-Batavâ Professori." gedateerd „Lugd. Batav. V. Kalend. Sextilis. || Anni M.DC.XLVI." (2 bladz.) dan ELZEVIRII || AD || LECTOREM" (2 bladz.), FRANCISCI VIETAE || VITA (3 bladz.) een brief „INCLYTAE PRINCIPI || MELVSINIDI CATHARINAE || PARTHENAENSI. || *Piissimae Procerum* ROHANIORVM *matri*, || FRANCISCVS VIETA FONTENAENSIS." (2 bladz.) „Catalogus Operum XVI. (1 bladz.

A—Yyy, pag. 1—554, bevat o. a.

pag. 258—285, PSEUDO-MESOLABUM || & alia quaedam || ADIVNCTA CAPITVLA.

pag. 436—446, MVNIMEN || ADVERSVS NOVA || CYCLOMETRICA, || Seu, || ANTIΠΕΛΕΚΥΣ.

Verder

Deze hoofdstukken komen voor A—XXx bladz. 1—544. Daarachter

Xxx, Yyy, bladz. 545—554. Francisci à Schooten || Notae.

BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN

IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.

XV. Adriaan van Roomen

1. Reeds eenige malen in deze Bouwstoffen, en wel in N°. VIII en XIV hebben wij den naam ontmoet van ADRIAAN VAN ROOMEN; deze had in zijnen arbeid „Apologia pro Archimede" verscheidene bijzonderheden nedergelegd, die ons bij ons onderzoek uitnemend zijn ter stade gekomen, omdat deze van elders ons niet ter dienste stonden, en toch noodig waren voor het juiste begrip van het behandelde deel der geschiedenis. Deze ADRIAAN VAN ROOMEN was niet alleen een groot en geacht geleerde van zijnen tijd, maar hij was bovendien volkomen bevoegd, om juist over dit onderwerp mede te spreken, de verhouding tusschen den omtrek en de middellijn des cirkels. Laat ons zien, wat wij omtrent hem hebben gevonden.

2. ADRIAAN VAN ROOMEN, of, zooals hij gewoonlijk bekend is, ADRIANUS ROMANUS, werd den 29sten September 1561 te Leuven geboren. Hij studeerde in de geneeskunde, en in de wis- en natuurkundige wetenschappen eerst aan de Akademie in zijne geboorteplaats Leuven, toen aan die te Cöln, en eindelijk in Italië, wier hoogescholen toen groote vermaardheid bezaten. Hij huwde met ANNA STEGIA VAN AMERSFOORT, en kwam in 1586 te Berlin; na het overlijden van zijnen leermeester, den

beroemden GEMMA FRISIUS, die hoogleeraar in wiskunde was aan de hoogeschool van Leuven, werd ROMANUS aldaar in diens plaats beroepen. In 1594 werd hij door den koning van Hongarije, RUDOLPH II, in den adelstand verheven als „Comes Palatinus"; daarenboven deed deze hem benoemen tot hoogleeraar aan de toen beroemde hoogeschool te Würzburg. Hier verloor hij zijne vrouw, en deed toen afstand van zijne betrekking; het was zijn wensch in het kerkelijke leven te treden. Doch eerst ging hij zijn leed verzetten door op reis te gaan; hij bezocht toen Leuven en in 1606 ook Würzburg, zooals blijkt uit een vrijgeleide van de Staten van ons land van 21 Maart 1606 [1]). Hij doorkruiste Europa, en kwam ook in Polen, waarheen hem de koning door zijnen kanselier JOHAN ZAMOWSKI had doen roepen. Deze ZAMOWSKI stelde toen bijzonder belang in eene stad in het woeste Rood-Rusland, en zond dus ROMANUS in 1610 daarheen, om de wiskunde te onderwijzen Doch slechts vijf jaren hield hij het aldaar uit, en verkreeg in 1615 zijn ontslag. Hij wilde tot herstel zijner gezondheid naar zijn vaderland terugkeeren, doch reeds op weg daarheen overleed hij; den 3den Mei 1615 stierf hij te Mainz in de armen van zijnen zoon.

3. Tijdens zijn verblijf te Leuven, als hoogleeraar in de wis- en natuurkundige wetenschappen aan de hoogeschool aldaar, gaf hij zijn werk uit „Ideae Mathematicae Pars Prima", 1593 [2]), waarin hij de verhouding van den omtrek des cirkels tot zijn middellijn, tot in 17 decimalen berekende. Waarschijnlijk was het deze gemeenschappelijke richting van beider werkkring, die een vriendschapsband tusschen hem en LUDOLPH VAN CEULEN deed ontstaan, waarvan reeds vroeger sprake was in N°. VIII dezer Bouwstoffen: en die de oorzaak werd, waarom wij anders onbekende bijzonderheden omtrent VAN CEULEN konden mededeelen. Hierop moeten wij nu terugkomen, en daartoe vooreerst het toen reeds aangehaalde werk „Apologia pro Archimede" 1597 [3]) nader beschouwen.

4. Dit werk had tot doel de bestrijding van JOSEPH SCALIGER, ORONTIUS FINAEUS en RAYMARUS URSUS DITHMARSUS, (dus eigenlijk van SIMON VAN DER EYCKE) op het stuk van cirkelquadratuur. Met dit doel geeft ROMANUS in het eerste gedeelte eerst (bladz. 1—18) de „ARCHIMEDIS || CIRCVLI DIMENSIO" en

daarop (bladz. 19—55) de eigenlijke "APOLOGIA PRO ARCHIMÈDE" || "AD CLARISSIMVM VIRVM JOSEPHVM || SCALIGERVM, JVL. CAES. FILIVM" || . Deze is verdeeld in negen hoofdstukken met al de stellingen, die voor het bewijs en de afleiding noodig zijn, zoowel als voor de latere bestrijding der drie bovengenoemde geleerden. Naar de gewoonte van die dagen, geeft hij somtijds de grieksche en de latijnsche tekst der stellingen met de uitgewerkte "Paraphrasis" en "Analysis demonstrationis".

Daarop volgen de "EXERCITATIONES CYCLICAE || CONTRA JOSEPHVM SCALIGERVM, || ORONTIVM FINAEVM, ET RAYMARVM VRSVM || IN DECEM DIALOGOS DISTINCTAE : || Authore Adriano Romano. E. A." (bladz. 55—112), die zijne bestrijding bevatten in den vorm van tien "Dialogi" tusschen het drietal Eutheorus, Caenophilus en Polyponus. Eerst komt eene soort van voorrede de "LECTORI PHILOMATHI S." (blz. 55—57) (die reeds vroeger herhaaldelijk in de N°. VIII en XIV dezer Bouwstoffen werd aangehaald), waarin hij over de quadratuur van SCALIGER en hare bestrijding door LUDOLPH VAN CEULEN en J. ERRARD handelt; en daarop laat hij volgen (bladz. 56)

"Mihi ergo, qui in similium problematum examine non parum triui temporis, id muneris incumbere iudicaui, vt scri- || pta haec Scaligeriana explicarem, explicata refellerem & exploderem."

En bladz. 97

"Hactenus de Scaligero. Huic operi meo adiunxi eiusdem materiae opuscula, in quibus problemata & theoremata e- || iusdem Farinae ab Orontio Finaeo, & Nicolao Raymaro Vrso proposita, discutiuntur, quae vti prius composita, etiam examini || Scaligerianae quadraturae praemittenda iudicauimus."

Aan het einde volgt

EPIGRAMME SVR LES EXERCITATIONS CIRCVLAIRES
DE MONSIEVR ADRIAN ROMAIN CHEVALIER
& Seigneur de Houberge.

Aucuns se laissent deceuoir
Pensant d'vne raison peu seure,
Auoir descouuert & fait voir
Du cercle ou du rond la Quarreure
Adrian donc par ces escrits,
Escrits dignes d'vn Archimede,

Esclaircissant mieux nos esprits,
Nous monstre ici leur erreur laide.

J. P. P. S.

In de "PARS PRIMA" || Qua continentur || DIALOGI QVATVOR CONTRA || ORONTIVM FINAEVM || INTERLOCVTORIBVS || *Eutheoro, Caenophilo & Polypono*", in de vier eerste Dialogi (blz. 58—83), behandelt hij dan de quadratuur van ORONTIUS FINAEUS, waarmede wij hier niet te maken hebben. De "PARS SECVNDA" || SIVE || DIALOGVS VNICVS' bevat de vijfde Dialogus (blz. 84—89) over de bestrijding van NICOLAUS RAYMARUS URSUS DITHMARSUS, de quadratuur van SIMON VAN DER EYCKE. Eindelijk wijdt hij de "PARS TERTIA continens dialogos quatuor", die de vier volgende Dialogi VI tot IX bevat (blz. 90—108) aan de quadratuur van SCALIGER; en sluit met den tienden Dialogus (blz. 108—112) zijne bestrijding van dezen laatsten.

Voor den aanvang van de Pars Prima zien wij de reden de voormelde verdeeling. Na den beschreven titel toch volgt.

"Argumentum huius partis. || NOBIS *in Exercitationibus Cyclicis propositum fuit ea quae Clarissimus vir Josephus Scaliger Julij Caesaris filius anno e- || lapso edidit Elementa Cyclometrica, examinare, atque ad veritatis trutinam revocare: verùm quia similem scribendi mate- || riam ante Scaligerum assumpsit Orontius Finaeus, cuius opus ante decennium diligenter (vt opinor) excussimus, ideo vtrumque o- || pus coniungere visum fuit. Praemitto autem nostram exercitationem cum Orontio, tum quòd ipse Orontius (vt dixi) ante Scali- || gerum hanc materiam tractauerit, tum quod multa in hac exercitatione sunt allata contra Orontium quae nobis cum Scaligero agen- || tibus seruient. Versatus autem dialogus primus circa propositionem circumferentiae circuli ad diametrum. Secundus circa quadra- || turam ipsam. Tertius Cubi duplicationem examinat. Quartus demum quid veritatis Doctrina polygonorum circulo inscripto- || rum contineat, inquirit.*"

De vijfde Dialogus geeft negen "PROPOSITIONES", waarvan de laatste dus luidt.

"QVADRATVRAM Simoni de Quercu Belgae attributam non esse eius, sed Nicolai Cusani, at- || que ante plurimos annos à Regiomontano, deinde etiam à Joanne Buteone explosam."

Daarop volgt de zamenspraak.

„EVT. Celebris ille vir Nicolaus Cusanus, qui inter caeteras suas quadraturas *) & hanc quoque proposuit. POL. Ego Cu- || sani quadraturas ante multos annos à Regiomōtano explosas intelligo, vnde miror aliquos hoc tempore fuisse, qui || ausi sint confutatas & reiectas opiniones iterum in lucem reuocare. EVT. Nec ego sanè mirari possum satis... || ... || ...EVT... || ...Sed haec de pseudotetragonismo vel Raymari, vel Simonis de Quercu, vel potiùs Cusani, per vtrumque praece- || dentium approbato, sufficiant, nihil enim inuenimus in illo, quod animum nostrum possit afficere. CAEN. Cum igitur spe meâ || frustratus sim tam in Nicolao Raymaro quàm in Orontio, quid de Scaligero sentis? EVT. Isne tibi est ad manus? CAEN. Est. || En illum vnà cum appendice. EVT. Typus sanè est Raphalengio viro de re Typographica optimè merito dignissimus. Hol- || landiae ordinibus dedicatum opus inuenio. CAEN. Sunt in Hollandia nobiles & insignes Mathematici, licet non omnes || inde oriundi, vt Simon Steuinus, Ludolphus van Collen, Nicolaus Petersen †), & alii non pauci: vnde credendum est || Scaligerum qui tot doctorum Mathematicorum penes se potest habere iudicia, non temere hunc tracta- || tum in lucem misisse."

Eene goede voorbereiding voor de niet malsche wijze, waarop de arbeid van SCALIGER nu zal worden wederlegd.

Daarop volgt in de Pars Tertia: „DIALOGVS SEXTVS. || IN QVO || VOLVTA DINOSTRATI NON RECTE || A IOSEPHO SCALIGERO || DESCRIPTA OSTENDITVR." blz. 90—93. Propositiones IV; en verder „DIALOGVS SEPTIMVS || QVI VERSATVR CIRCA || PROPORTIONEM SEGMENTI MAIORIS SEMIDIAMETRI || ABSCISSI PER EXTREMITATEM VOLVTAE DINOSTRATEAE || AD DIAMETRUM CIRCVLI, QVAM FALSÒ || Se invenisse putat Scaliger." blz. 93—95. Propositiones V; en „DIALOGVS OCTAVVS || QVI AGIT DE || PROPORTIONE PERIMETRI AD DIAMETRVM QVAM || SE INVENISSE FALSO JACTAT SCALIGER." bladz. 96—101. Propositiones VIII. Deze begint aldus.

„CAEN. SALUE sodalis charissime. POL. Et tu visissim salueto.

---

*) Zooals wij ook zagen in N°. VIII dezer Bouwstoffen.

†) NICOLAAS PETRI, over wien reeds vroeger in N°. XII der Bouwstoffen gesproken werd.

CAEN. Euthorusne domi est? POL. ‖ Est quidem, sed paullulum in musaeum suum recessit, volens interim vt ego propositionem tertiam Scaligeri ‖ per terminos Archimedis examinarem, ille interim Polygona Raymari nostri quin etiam epistolas quasdam ‖ magni illius & admirandi LVDOLFI VAN COLLEN ad Raymarum scriptas euoluet, in quibus existimat ‖ se aliqua proposito nostro conuenientia inuenturum".

Waaruit blijkt, dat ROMANUS zeer veel op had met LUDOLF VAN CEULEN. De achtste Propositio luidt aldus.

„PROPORTIONEM perimetri ad diametrum à Scaligero assignatam non esse Scaligeri, sed ‖ antiquorum vel Arabum vel Indorum."

En in het gesprek daarover komt nog het volgende voor.

„POL. ‖ Nullámne ergo facit Arabum vel Indorum mentionem? EVT. Imò in prolegomenis cyclometricis Arabes laudat, cum inquit: ‖ *Secundum Nicomedem an ex veteribus aliquis idem peruentus sit, nihil dum certi legimus. Non dubito tamen quin ad Arabes primitus il-* ‖ *le peruenerit, quae fuit eius Gentis in Cyclometricis solertia.* POL. Forsan Scaliger hanc Arabum adiecit commendationem ad eorum ‖ animos demulcendos, ne forsan ij se comperta, eum furti nomine malè tractent. EVT. Ego hoc asserere non ausim. CAEN. ‖ Hoc mihi non parum ad Scaligeri excusationem facere videtur, quod Buteo scribat, se nullam huius propositi inuenisse demon- ‖ strationem. Ideò Scaliger propositionem nullam, pro inuenta habuit, nisi fuerit demonstratione confirmata. Quare cum huius ‖ propositionis demonstratio fuerit à Scaligero solo inuenta, ideo etiam Scaliger verus huius propositionis habendus est inuen- ‖ tor. EVT. Rectè Caenophile, siquidem Scaliger demonstrationem attulisset."

Daarop volgt „DIALOGVS NONVS ‖ IN QVO DE ‖ PROPORTIONE CIRCVLI AD QUADRATVM ‖ DIAMETRI QVAM SE INVENISSE JACTAT ‖ SCALIGER," blz. 101—108. Propositiones VI.

De vijfde stelling luidt „CIRCVLVS maior est quam $36\frac{1}{6}$ trianguli ROP," de zesde „CIRCVLVM esse maiorem 36 triangulis ROP, alio modo probatur," en deze wordt op twee wijzen bewezen, en daarmede de zesde stelling van SCALIGER wederlegd.

„EVTH . . . Sed hac de re intelligo Romanum in ‖ Apologia quadam pro Archimede contra Scaligerum agere velle. POL.

Rem profecto aggrediatur piam, laudabilem, & sum- || mè vtilem, verùm inuidiae plenam. EVT. Beneficium est veritatem docere, atque à falsis liberare doctrinis. Sed iam ad studia || nostra reuertamur. CAEN. Ergóne cyclometrica eius relinquemus. EVT. Ea sanè eiusdem sunt farinae cum hac appendi- || ce. Suadeo ergo expectandum esse, donec Scaliger reliqua diligentius intueatur, auguror namque illum eadem correctius ali- || quando editurum. Quod si non fecerit, tunc meam operam libenter in totius operis examine cōmunicabo. Interim valete soda- || les clarissimi."

Maar toch komt hij hierop terug in den „DIALOGVS DECIMVS || IN QVO || DIATRIBAE QVAM PRO STABILIENDA SVA || QVADRATVRA AD ROMANVM MISIT SCALIGER || RESPONDETVR." (blz. 108—112) Propositiones V; een dialogus, waarin Polyponus niet meer voorkomt, en waarin eene latere brief van SCALIGER, waarover reeds in N°. XIV der Bouwstoffen werd gesproken, ontzenuwd wordt. Hij eindigt blz. 112 aldus.

„Vnde manifestè apparet ratiocinationis Scaligerianae progressum esse nimis debilem: Archimedem quoque iniustè à Scaligero || taxari. Cùm autem anteà ostenderimus rationes eius quibus suam quadraturam corroborare nixus est, nullas esse: ideò nihil am- || plius reliquum video, quod in hac Diatriba examinandum sit. Tunc Caenophile quidquam habes dubij? CAEN. Nihil planè. || Verum sicuti anteà Quadraturam hanc Scaligerianam exploseras, ita iam me longè magis reddisti securum. EVT. Praestat || ergo ad studia nostra tum Physica, tum Mathematica, redeamus: vt ex iis fructum quempiam recipiamus, quo temporis iacturam, || quam in hisce pseudotetragonismis examinandis passi sumus, resarciamus. CAEN. Placet. Vale Eutheore. EVT. Vale & tu || Caenophile charissime."

5. Behalve de reeds aangehaalde werken, schreef ADRIANUS ROMANUS er nog onderscheidene, waarvan ik alleen de volgende heb kunnen te zien krijgen. Vooreerst een boekje van 16 bladz., in 4°. „Ventorum secundum recentiores distinctorum usus, 1596 [4]), waarin voornamelijk over twee zeevaartkundige werktuigen wordt gehandeld, het Anemoscopium" en het „Quadratum Nauticum."

Vervolgens „Chordarvm arcvbvs circvli primariis subtensarvm resolutio", 100 bladzijden in plano, 1602 [5]). Hierin levert hij

de geheele berekening van de wortelgrootheden, die te pas komen bij de berekening der sinussen en cosinussen van elk veelvoud van drie graden; namelijk den vierkantswortel uit 3, 5, 15, $1\frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{5}{4}}$, $10 \pm \sqrt{20}$, $30 \pm \sqrt{180}$. Deze worden in 218 decimalen berekend. Ten einde die groote berekeningen met het minste plaatsverlies te kunnen drukken, vindt men bijv. de geheele bewerking, die een trapezium beslaat, in drie andere van gelijke hoogte verdeeld; het eerste komt rechts op de bladzijde, het tweede, het onderste boven, links daarnaast, het derde wederom van boven naar beneden op de linkerkant van de bladzijde; snijdt men dus die bladzijde in deze drie stukken, dan kan men ze aan elkander doen sluiten, om de geheele bewerking achter elkander te verkrijgen

In 1605 gaf hij zijne „Mathesis Polemica, 270 bladz. in 8°." [6]), waarin men evenwel niet een strijdschrift over eenig wiskundig onderwerp moet zoeken, maar eerder eene wiskundige behandeling van oorlogswetenschap. Daarbij is gevoegd eene „Tabula Prosinuum", dat is eene tafel der tangenten voor iedere minuut in zes mantissen. Iedere twee bladzijden bevatten vijf graden; de bladzijde links houdt de minuten 0—30, de bladzijde rechts de overige minuten 30—60.

Eindelijk zijn „Speculum astronomicum, 1606, 152 bladz. in 4°." [7]), die onderscheidene sterrekundige tafels bevat.

Ten slotte zij hier vermeld een zeldzaam boekje „de formatione humani corporis, 1528, 120 bladz., klein 4°." [8]), dat soms aan onzen ADRIANUS ROMANUS werd toegeschreven; maar ten onrechte, want de schrijver is EGIDIUS ROMANUS; en bovendien was het boekje reeds veertig jaren oud, toen onzen ROMANUS ter wereld kwam.

Bovendien heeft hij nog geschreven.

Uranographia sive coeli descriptio. Lovani, 1590 in 4°.

Theatrum Urbium. Francoforti, 1595 in 4°.

Theoria Calendariorum. Wurceburg, 1595 in 4°.

Problema Apolloniacum. Wurceburg, 1596 in 4°.

Phytologia. Wurceburg, 1598.

Idea Matheseos Universae. Wurceb. 1602.

Canon Triangulorum Sphaericorum. Moguntiae, 1609. 4°.

AANTEEKENINGEN.

[1]) Generaliteits-Notulen, 21 Maart 1606.

„Is geaccordeert paspoort, gratis, op recommandatie van den heere advocaet van Hollant, aen den heere ADRIAEN ROMANUS, mathematicus ende Medicijn van de Keyserl. Majesteyt, omme van Loven te mogen reisen naer Wirtsburg, in Sijne Majesteits dienst, met sijn dieners, familie ende bagagie."

[2]) Ideae Mathematicae Pars Prima, sive Methodus polygonorum qua laterum, perimetrorum et arearum cuiuscunque polygoni inuestigandorum ratio exactissima et certissima vna cum circuli quadratura continentur. Authore ADRIANO LOUANIENSI, Medico et Mathematico. Antverpiae apud Io. Kurbergium, anno CIↃIↃXCIII. 128 bladzijden in 4°.

De censuur, in verso van den titel, is gedateerd „Bruxellis, anno 1590 die 7 Mensis Nouembris, Subsignat. de Roy."

Van dit werk verscheen later een tweede druk te Leuven.

[3]) IN || ARCHIMEDIS || CIRCVLI DIMENSIONEM || Expositio & Analysis. || APOLOGIA PRO ARCHIMEDE, || ad Clariss. virum Josephum Scaligerum. || EXERCITATIONES CYCLICAE || contra Josephum Scaligerum, Orontium Finaeum, & Raymarum || Vrsum, in decem Dialogos distinctae. || AVTHORE ADRIANO ROMANO EQVITE || *Aurato, Matheseωn Excellentissimo Professore in* || *Academia VVurceburgensi.* || Vignette: een paauw. || WVRCEBVRGI. || Anno CIↃIↃXCVII. folio.

4 bladz. (zonder paginatuur), bevatten de titel en in verso, een „CARMEN HEROICVM a M. Wendelino scholastico Francone, eiusdem in Mathematicis discipulo," met het jaarvers

VnIVs en resonat tonItrV,sVbItoqVe refVgIt
HostIs: Iô, IVbILa DIa MatheseIs, Iô.

(1 bladz.); de opdracht aan „INVICTISSIMO ROMANORVM || IMPERATORI RVDOLPHO || II CAESARI AVGVSTO. || ADRIANVS ROMANVS." (1 bladz.); en „PRAEFATIO" (1 bladz.).

A—EE (bladz. 1—112) bevat:

Blz. 1—18. Libellus Archimedis Circuli dimensio. III Propositiones, grieksche en latijnsche tekst, telkens met de Paraphrasis en de Analysis demonstrationis.

Blz. 19—23. Apologia pro Archimede. Caput I—VI.

Blz. 23—32. Apologia. Cap. VII. Idaea quaedam vniversalis Matheseωs; Definitiones, Axiomata, Theoremata.

Blz. 32—35. Apologia. Cap. VIII. Theoremata.

Blz. 35—55. Apologia. Cap. IX. Methodi Arithmeticae Practicae. Partes V.

Blz. 55—57. Exercitationes Cyclicae. Lectori Philomathi S.

Blz. 58—83. Exercitationes. Pars I. Dialogi I—IV (tegen ORONTIUS FINAEUS).

Blz. 84—89. Exercitationes. Pars II. Dialogus V. (tegen NICOLAUS RAYMARUS URSUS DITHMARSUS).

Blz. 90—108. Exercitationes. Pars III. Dialogi VI—IX (tegen SCALIGER).

Blz. 108—112. Dialogus X.

Boven aan de bladzijden staat overal APOLOGIA PRO ARCHIMEDE.

4) VENTORVM ‖ SECVNDVM RE- ‖ CENTIORES DISTIN- ‖ CTORUM USUS. ‖ QVO ‖ Anemoscopium & Qvadratum Nauticum explican- ‖ tur, miraeque eorumdem utilitates ‖ proponuntur. ‖ *Authore* ‖ ADRIANO ROMANO. E. A. ‖ WIRCEBVRGI ‖ Ex officinâ typographica Georgii Fleischmanni. ‖ ANNO M.D.XCVI. in 4°.

A—C. 16 bladz. zonder pagineering, bevat titel en opdracht (3 blz.) „MAGNIFICO ‖ VIRO AC DOMINO ‖ DOMINO NICOLAO CORYCINIO ‖ à CORYTHNO, POTENTISSIMI AC ‖ „Inuictissimi Regis Poloniae &c. Secretario ‖ Domino suo colendissimo," geteekend „Pridie Cal. Maji CIↃIↃXCVI. VVirceburgi." Een „Ad Lectorem" over de 32 namen der winden (1 blz.).

Blz. 5—10. LEMMA PRIVS. ANEMOSCOPIUM.

Blz. 10—13. LEMMA SECVNDVM. QVADRATVM nauticum.

Blz. 13—16. PROBLEMATA IV.

5) CHORDARVM ARCVBVS ‖ CIRCVLI PRIMARIIS, QVIBVS ‖ VIDELICET IS IN TRIGINTA DIRIMITVR ‖ PARTES, SVBTENSARVM RESOLVTIO ‖ VTI EXACTISSIMA ITA QVOQVE ‖ LABORIOSISSIMA ‖ AVTHORE ‖ A. ROMANO, ROMANO EQVITE, ‖ COMITE PALATINO ET MEDICO ‖ CAESAREO. ‖ VVIRCEBVRGI. ‖ Excudebat Georgius Fleischmann. Anno 1602. in plano.

De titel is in eene lijst gedrukt.

Blz. 3. Eene opdracht „SERENISSIMO AVSTRIAE ARCHIDVCI MAXIMILIANO, DVCI ‖ BVRGVNDIAE enz., en is geteekend: *Herbipoli VI. Kalend. Aprilis* M.DC.II.

Dan volgen de uitkomsten met de daartoe behoorende berekeningen voor eenige worteltrekkingen voor zijden van regelmatige veelhoeken; aldus ingericht dat zij bij het openslaan van het boek gedeeltelijk van boven naar beneden, gedeeltelijk van beneden naar boven zijn gedrukt, over de beide bladzijden tegelijk; zoodat zij afgeknipt en in goede orde onder elkander gelegd, een monsterworteltrekking zouden vertoonen, soms, voor hulpwaarden, van 436 decimalen. Men vindt in 218 decimalen:

Pag. 4—11, ℞ 3; p. 12—27, ℞ 5; p. 28—35, ℞ 15; p. 36—53, ℞ *bin* $1\frac{1}{2}$ + ℞ $\frac{5}{4}$; p. 54—65, ℞ *bin* 10 + ℞ 20; p. 66—77, ℞ *bin* 10—℞ 20; p. 78—89, ℞ *bin* 30 + ℞ 180; p. 90—99, ℞ *bin* 30—℞ 180; Hierbij is ℞ *bin* 10 + ℞ 20 wat wij thans schrijven $\sqrt{(10 + \sqrt{20})}$.

6) MATHESIS ‖ POLEMICA. ‖ AUTHORE ‖ A. ROMANO, EQUITE ‖ AURATO, ‖ COMITE PALA- ‖ TINO ET MEDICO CAESAREO. ‖ *Ad Illustrmum Dominum,* D. ALEXAN- ‖ DRVM *Ducem de Ostrog in Zaslaw,* ‖ *Palatiniaē Volhiniae.* ‖ FRANCOFURTI, ‖ Sumptibus Laeuini Hulsij Gandensis. ‖ 1605. in 8°.

A—S bevatten:

12 bladzijden (zonder pagineering) de opdracht.

Blz. 13—110. PARS PRIMA. Capita XX.

Blz. 111—192. PARS ALTERA. Lemmata III.

Blz. 193—224 en 65—72. TABVLA ‖ PROSINUUM ‖ RESPECTU ‖ Radij partium ‖ 1.000.000 [dat is tangenten] voor elken minuut in 6 mantissen. Iedere 5 graden beslaan 2 bladzijden; de minuten 0—30 staan links, de volgende 30—60 staan rechts.

Blz. 233—270. PARS TERTIA.

7) SPECVLVM ‖ ASTRONOMICVM, ‖ SIVE ‖ ORGANVM FORMA MAPPAE ‖ EXPRESSVM: ‖ In qvo licet immobili ‖ Omnes qvi in Primo caelo, Primóqve ‖ mobili spectari solent motus, per Canones ea ‖ de re conscriptos, planissimè sine ullius ‖ regvlae aut volvelli beneficio ‖ repraesentantur. ‖ AVTHORE ‖ A. ROMANO *Eqvite aurato, Comite Palatino,* ‖ *Medico Caesareo: atq; ad D. Joannis Novi Monasterij* ‖ *Herbipoli Canonico.* ‖ LOVANII, ‖ Ex officina Joannis Masij, sub Viridi Cruce, Anno 1606. ‖ *Sumptibus Authoris. Prostat Francofurti apud* ‖ *Levinum Hulsium.* in 4°.

A—T.

In verso van den titel de verdeeling in:

p. 7—64. Primus liber, principia.

p. 65—151. Secundus liber, canones. Vooraf gaat:

p. 3—6 de opdracht „SERENISSIMO ‖ POTENTISSIMOQVE ‖ PRINCIPI ALBERTO ‖ ARCHIDVCI AVSTRIAE, ‖ DVCI BVRGVNDIAE, PRINCIPI ‖ BELGARVM” geteekend „*Lovanij* 16 *Ju-* ‖ *nij. Anno* 1606.”

Blz. 151 onderaan staat „FINIS CORONAT OPVS."

Blz. 152 (niet gepagineerd) luidt dus.

Privilegij summa. || PHILIPPVS *Dei gratia Hispaniarum Rex, &c. Dux* || *Brabantiae &c. Concessit* D. Adriano Romano || Louaniensi, *authoritatem qua imprimere & distra-* || *here curet opus quoddam suum Mathematicum, cuius* || *titulus* IDEA MATHEMATICA *integrum si-* || *mul vel per partes; ut latius patet in originali privi-* || *legio dat. Bruxell. anno* 1590. *Die* 7. *Mensis No-* || *vembris.* || *Subsignatur.* || *De Roij.*

8) De formatione || humani || corporis Egidij || Romani. || Fundamentarij doctoris. || Dn̄i Egidij Romani ac || chiep̄i Bitariceñ. S. || R. E. Car. or. et. s. || Augusti. tracta- || tus pq̄z. egre- || gius de formatione hu- || mani corporis in vtero || matris. In klein 4°.

De titel in eene lijst met zinnebeelden. In verso van den titel de opdracht.

„NOBILI & *egregio uiro, domini Gaspari. q. mathematico-* || *rum principis, domini Joan̄is de Jasone, patritio Ferrarie.* || *Minimus sacrae Theolo-doctor, frater Augu-Mō-* || *tifulconius, eremita Augustinianus.* S. P. D." was geteekend „*Venetiis Nonis Nouembris M.CCCCC.XXII.*"

A—P. (120 bladz. zonder paginatuur).

Ieder bladzijde is in twee kolommen verdeeld. Er zijn 25 Capita, waarvan ieder begint met een hoofdletter, geïllustreerd met een portret.

Op het einde:

„Impressum Venetijs p Jacobum pentium de Leuco || Anno m.ccccc.xxiii. adi. xv. Decemb."

Dit boek wordt hier aangehaald ten bewijze, dat het ten onrechte aan onzen ADRIAAN ROMANUS wordt toegeschreven.

Van dit werkje bestaat ook nog eene uitgave te Parijs. 1615 in 4°.

BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.

XVI. Jacob Marcelis, Daniel Waeywel en Gillis Bovy.

1. Van minder gewichtige gevolgen dan de vroeger behandelde cirkelquadraturen, zijn die van de drie bovengenoemden, die ongeveer eene eeuw later het licht zagen; zij zullen dan ook kortelijk kunnen afgehandeld worden.

JACOB MARCELIS werd in 1636 te Amsterdam geboren; hij had aldaar eene zeepziederij en zeephandel. In 1698 kwam hij voor den dag met zijne „Quadrature van den cirkel" in 4°. [1]) en liet die in het volgende jaar door eene „Ampliatie en Demonstratie", 56 blz. in 4°. [2]) volgen. In het „Aan de Konstliefhebbende || LESER", beweert hij, even als SCALIGER, dat „mijn gevonden Omtreck grooter is, tegens sijn Dia- || meter, dan Arghimedes (sic) . . . . , waer uyt || de waarheyt blyken sal, dat door de Veel-hoeks rekening de || Cirkel, tegens sijn Dia meter, op die maniere niet is te vinden." Op bladz. 4 komt dan „*Een tafel van 't A, B, C, nevens verscheijde cijfer- || getallen*", waarin voorkomen.

G. 6.99718.36375.40819.44003.52392.71702. Diameter van H.

H. 22:.00000. 00000. 00000.00000.00000.00000. Omtrek van G.

Zoodat daaruit voor de quadratuur volgt (blz. 53):

$''3\frac{1008449087377541679894282184894}{6997183637540819440035239271702}$, waarvan de waarde is 3.1441078.

Op bladz. 56 (zonder pagineering) komen 29 *"Drukfouten aldus te verbeteren."* Daarachter volgen 5 *"Printen."*

2. MARCELIS werd wederlegd door KLAAS NAJER, schoolmeester tot Kwadijk, "Eenvoudig betoog, 1702, 40 bladz. in 4°." 3). Deze had zich reeds sints vier jaren met MARCELIS in betrekking gesteld, om diens quadratuur te wederleggen. Het boekje is in briefvorm en verdeeld in zeven stukken: "AANLEYDING" (blz. 3); "STRIJDIGHEDEN" (blz. 7); "ON-KUNDIGHEDEN" (blz. 10); "NA-REEKENING ¦ EN BEWIJS" (blz. 22) 6 werkstukken; "ANTWOORD OP ¦ *UEdhts.* ¦ VERZOEK" (blz. 31); "VRAAG-STUKJES" (blz. 35), 7 stuks; "NA-BERIGT" (blz. 39). Hij verhaalt daarin, hoe hij reeds 24sten Augustus 1698 MARCELIS tot eene weddingschap van honderd Dukatons had willen overhalen, maar dat deze daarvoor bedankt had, even als later "op Pinkster A°. 1700" met de woorden: *"Meenje dan dat het wedden Kristlyk is? En denkje niet dat myn* Kon- ¦ scientie *(mede-weten) daar door soud beswaard worden?"*; dat hij daarop "op den 21sten *Augustus* 1700, in de *Am-* ¦ *sterdamse Kourant*" een *"voorverhaal,* tseffens de aanbiding van myn *Konst* en *Kost-sgool*" had geplaatst; waarop MARCELIS den 26sten Augustus antwoordde met eene advertentie in dezelfde courant. Den 28sten Augustus had hij daarop zijn voorstel tot wedden herhaald "in tegenwoordigheyd van Burgermr. ¦ *Evert Knip;* Regenten *Pieter Kaal* en *Teunis Knip;* Sgepenmr. *A-* ¦ *driaan Heylo;* en Sgipr. *Jakob Karper.*" In verso van het NA-BERIGT komen tien fouten met het hoofd:

"'t Versuym door 't Sgryven of den Setter,
bragt voort dees' Her-gestelden Letter."

Ook deze NAJER schijnt onzen ANTONISZ niet gekend te hebben; althans blz. 10 spreekt hij van de "wytberoemde Wiskonstenaars, als van *Arghimedes;* ¦ de Vader van *A. Metius; Mr. Ludolf van Keulen*", en blz 14 over *"de stelling van* ¦ METIUS;" zoodat hij meende, dat die vader ook METIUS heette.

3. Dat deze, en waarschijnlijk nog andere tegenschriften on-

zen MARCELIS niet overtuigden, blijkt daaruit, dat hij voortging met het schrijven over zijne quadratuur, zonder echter zich te verledigen zijne bestrijders te wederleggen. In 1704 gaf hij de "Sleutel en Openinge van de Quadrature in 4°." [4]), in 1714 "de eerste en eenigste uitvinding van de Circul Quadratura, 30 bladz. in 4°." [5]); waarin op bladz. 19 wederom zijne bovenvermelde verhouding voorkomt; en waarschijnlijk in hetzelfde jaar nog zijnen Elucidatie, 10 bladz. in 4°. [6]).

In dit laatste zegt hij blz. 8,

"Daarom is 't ook by JACOB MARCELIS uytgevonden, ten dien- || ste van de geheele waerelt, zoo wel te water als te land, synde het fondament van || de longitudo."

Zoodat het schijnt, dat ook bij MARCELIS de gedachte aan de oplossing van het befaamde vraagstuk der "Oost- en West-vinding" niet vreemd is geweest.

4. Deze manier om zulke wetenschappelijke (?) beschouwingen in de dagbladen te behandelen, in die dagen niet zeldzaam, wekten ook anderen op tot dergelijk onderzoek. Dit was onder anderen het geval met DANIEL WAEYWEL. Deze was den 2den Februarij 1654 te Middelburg geboren, waar zijn oom DANIEL WAEYWEL — zijn vader toch was vroeg overleden — een voornaam koopman en commissaris der wisselbank was. Hij was bestemd voor de studie en bezocht alzoo de Latijnsche school aldaar; doch hij ging over tot handel, waartoe hij naar Amsterdam vertrok. Toen hij zelf handel dreef en gehuwd was, had hij met verliezen te kampen, verliet Amsterdam en vestigde zich in hare nabijheid; hij oefende zich in de zuivere en toegepaste wiskunde. In de Amsterdamsche Courant van 4 November 1711 gelezen hebbende, dat twee geestelijke personen meenden het lang gezochte vierkant des cirkels gevonden te hebben, werd bij hem de lust wakker, zulks ook te beproeven, zooals blijkt uit de voorrede van zijn "Demonstratie wegens de Quadratura Circuli 1712. 28 bladz. in 4°." [7]). "Eenige weken na den 21sten November 1711 wierden mijne gedagten, op dat subject, ongemeen werkzaam" totdat "sig eyndelyck op den 15den Juny 1712 twee getallen 1683, en 5288 door de werckinge openbaarde:" dat is door de methode (sit venia verbo) van de Lunulae van *Hippocrates Chio:* hare waarde is 3. 1420083.

Van dit geschrift gaf hij tevens een uittreksel in het fransch „La demonstration. 7 bladz. 4°." [8]).

Deze beide geschriften sagen den 4[den] Augustus 1714 het licht, zooals blijkt uit een later werkje van Noot (11), hoewel hij de quadratuur zelve reeds „in Octob. 1712 aan de Heeren Pro- || fessoren op de Universiteyt tot Leyden gedemonstreerd had." WAEYWEL had zijne ontdekking aan J. TRIP, burgemeester van Amsterdam, medegedeeld, die daarop zorgde, dat zij tot de kennis van de Staten-Generaal kwam, die daarop eene premie hadden gesteld. Het stuk werd naar eene commissie, later naar de hoogeschool te Leiden gezonden; doch eenig rapport is hem nimmer geworden.

Al spoedig deden zich vier bestrijders op. MATTHEUS SOETEN, ISAAK DE GRAAF, DIRK KRUIJK en P. HELLINGWERF; volgens WAEYWEL is deze voorlaatste naam slechts een pseudonym voor den tweeden, ISAAK DE GRAAF.

5. MATTHEUS SOETEN gaf zijn „Aanmerkinge op Daniel Waywels Demonstratie. 1714. 14 bladz. in 4°." [9]), gedateerd Amsterdam den 1 || September 1714." Hij gebruikt daarbij de differentiaalrekening, en haalt aan, „dat gadeloos werk *d'Analysis in- || finitorum* van die onvergelykelyke Meetkonstenaar BERNHARDUS || NIEUWENTYT." Dit boekje werd den 31 Augusti 1714 in de Haagse Courant geadverteerd (zie het boekje van Noot (11)).

ISAAK DE GRAAF *Philo-Math*, daarentegen tracht in zijn „Waywels Proportie. 1714. 14 bladz. in 4°." [10]) de fout van diens quadratuur in getallen te berekenen. De datum van dit stuk is het begin van Februarij 1714, zooals mede uit het boekje van Noot (11) volgt.

DIRK KRUIJK gaf „Wiskonstige wederlegginge van de Quadratura Circuli. 1712. 24 bladz. in 4°." [11]), opgedragen aan „Mons. P. V. H."; deze „opdragt" is gedateerd „Rotterdam den 8 || September 1714." Hij bewijst, dat de cirkel van WAEYWEL eigenlijk eene ellips is; zoodat wanneer de eene middellijn is 1683, de andere wordt $1683\frac{22268713}{100000000}$.

Van de bestrijding door P. HELLINGWERF is mij niets bekend geworden.

6. WAEYWEL antwoordde hierop nog in hetzelfde jaar met zijn "Tweede Demonstratie wegens de Quadratura Circuli. 1714. 32 bladz. in 4°." [12]). In N°. 4, 5 wederlegt hij ISAAK DE GRAAF. Daarop vermeldt hij N°. 6—10 vier brieven, Tholen 21 Mey 1714, Amsterdam 4 Augusti 1714, Hofstede buyten Leyden 17 Augusti 1714, en 's Gravenhage 27 Augusti 1714 (in het fransch). N°. 11—62 behandelt hij de bestrijding van MATTHEUS SOETEN, waaruit blijkt, dat hij 7 September 1714 in de Haagse Courant een tegen-advertissement had doen plaatsen.

Na het werk zelf komt een "Voor-berigt" tegen het boekje van DIRK KRUIJK, bevattende N°. 63—71; hierin spreekt hij van *krukkige reden* van KRUIJK, een *kruijk*, die *vol borrel* is, enz ; in het algemeen getuigt vooral dit laatste gedeelte van groote gevoeligheid.

7. Toevallig ontmoette ik nog een boekje van veertig jaar later, dat met dezen WAEYWEL in verband staat. Het is "Wiskundige demonstratie van GILLIS BOVY, stads-timmerman te Zutphen. 1754. 11 bladz." in 8°. [13]); waarin hij de verhouding van Archimedes bewijst, in de meening toch van iets nieuws te hebben geleverd. In de "Voorrede" verhaalt hij, hoe de quadratuur van WAEYWEL "g'examineerd goedgevonden en ge- || attesteerd is op den 5 en 23 July || 1715 door HENR. COETS, *Le-* || *ctor Mathes.* te Leyden en N. STAM- || PIOEN, waar voor gemet. WAEY- || WEL van de Staten van Holland || en Westfriesland ter beloninge van || zyn aangewende vlyd en moeite || eens voor al is toegelegd de somma || van 500 gld."

Dit had plaats bij resolutie der Staten van 30 Mei 1716.

In het jaar 1717 verscheen er nog over die quadratuur een boekje, geschreven door zijne dochter AGNES [14]).

DANIEL WAEYWEL overleed den 14den Februarij 1736.

AANTEEKENINGEN.

---

1) Jacob Marcelis, De Quadrature van den Circkel ofte de Vierkantsmaking des ronds, door hem uitgevonden. t'Amsterdam, 1698. in 4°.

2) AMPLIATIE || EN || DEMONSTRATIE || Wegens de || QUADRATURE || VAN DE || CIRKEL: || DOOR || JACOB MARCELIS. || t'AMSTERDAM, || By WILLEM DE COUP, Boekverkooper || op 't Rockin, aan de Val-brug. Anno 1699. in 4°. met „5 Printen."

A—G. Na den titel een „Aan de Konst-liefhebbende || LESER" (2 bladz.). Daarop „*Een Tafel van t' A, B, C, nevens verscheijde Cyfer-* || *getallen, als volght*", eenige der hem gevonden waarden. Daarop

Blz. 5—15 het werk.

Blz. 56 (zonder paginatuur) Drukfouten.

3) EENVOUDIG || VERTOOG, || *Briev-wijs geschreven aan* || JACOB MARCELIS, || Tot AMSTERDAM. || Over syn gemeende uytvinding van de || QUADRATURA CIRKULI, || Door hem uytgegeven. || *Hier by-gevoegd een* || ANTWOORD, || *Op syn Edts: versoek, in de* Amsterdamse *Kourant,* || *van den* 26 *Augustus* 1700. || Door K: N: Schoolmr. tot Kwadijk. || Vignette: eene meetkundige figuur, zie bladz. 20. || Tot AMSTERDAM, || By HENRIK DONKER, Boekverkooper in de Nieuwen || Brugsteeg. 1702. in 4°.

A—E, blz. 1—40. Blz. 38 is geteekend KLAAS NAJER, zoodat deze de schrijver K. N. is.

Blz. 39 bevat NA-BERIGT. Blz. 40 (zonder paginatuur) geeft:

„*'t Versuym door 't Sgryven of den Setter,*
bragt voort dees' Her-gestelden Letter."

4) Jacob Marcelis, De sleutel en openinge van de Quadrature. Amsterdam 1704. 4°.

5) De eerste en eenigste || UYTVINDING || Van de || CIRCUL || QUADRATURA, || Uytgevonden door || JACOB MARCELIS, || *Burger, Koopman en*

Zeepsieder tot Amsterdam, den 18 *Fe-* || *bruary* 1714. *als wanneer deselve oudt was* 77 *Jaren* || *en negen Maenden.* || *Gedrukt voor den Demonstrant* JACOB MARCELIS. || Tot AMSTERDAM, || By de Erven van HERMAN AALTSZ., op de Nieuwezyds Achter- || burgwal, naast de Brouwery van de Hooyberg. 1714. in 4°. met 1 plaat.

IV bladz. Titel en „VOORREDEN || Aan den Konstlievende || LEESER" (2 blz.) waaronder vier „*Erreuren of Drukfouten.*"

A—D. Blz. 1—30..

Blz. 1—23. DEMONSTRATIE || VAN DE || QUADRATURE || VAN DEN || CIRCUL.

Blz. 24—30. REGISTER || Van de || QUADRATURE || Van den || CIRCUL.

6) ELUCIDATIE, || Wegens het voorgaende Tractaetje, || Aengaende de || QUADRATURA VAN DEN CIRCUL, || En uytvinding van deselve, namentlyk dat alle Quadraa- || ten reekenbaer werden bevonden, oversulks dat || deselve dan niet Irrationaal nog Surdes syn. in 4°.

Dit werk is waarschijnlijk ook van 1714.

A—B. Blz. 1—10.

7)* DEMONSTRATIE || Wegens de || QUADRATURA CIRCULI || Ontdeckt, en uytgevonden || Door || DANIEL WAEYWEL, || *Tot Amsterdam, op den* 15 *Juny* 1712. || Vignette. || t'AMSTERDAM, || By CORNELIS VAN HOOGENHUYZEN, op de Egelantiers- || gragt, by de tweede Brug, aan de Noord-zy. in 4°. met 1 plaat.

A—D. Blz. 1—28 bevatten in verso van den titel de „*naergenoemde drukfouten,*" den „VOORREDEN || Aen alle || HEEREN en LIEFHEBBERS || In dese Konst" (3 bladz.) geteekend door schrijver eigenhandig.

Blz. 6—28. Demonstratie.

8)* LA DEMONSTRATION || SUR LA || QUADRATURE || DU CERCLE, || Trouvé par || DANIEL WAEYWEL: || *à Amsterdam le* 15 *Juin* 1712. in 4°. met 1 plaat.

A. Blz. 1—7 een bladz. wit.

9)* AANMERKINGE || OP || DANIEL WAYWELS || DEMONSTRATIE || Over zyn gewaande Vinding van de || QUADRATURA CIRCULI, || Waar in niet alleen getoont werd, dat deese Demonstratie || tot allerley valsche getallen, soo wel als tot de sijne konnen toegepast || werden; maar ook, dat volgens zyne eyge betoogs-wyse, zijn || eygen getallen noodsakelijk valsch zijn. En eyndelijk, dat || de reden van de Middellijn tot zijn Omtrek, door ratio- || nale getallen onmogelijk kan uytgedrukt werden. || DOOR || MATTHEUS SOETEN, || *Matheseos Lector.* || Vignette. || Tot AMSTERDAM, || By JOHANNES LOOTS, Boek- en Zeekaartverkooper in

de Nieuwe- || brugsteeg, in de Jonge Lootman. 1714. in 4°. met 1 plaat.

A—B. Blz. 1—14, is geteekend „Amsterdam den 1 || September 1714."

10)* WAYWELS || PROPORTIE, || Die de Middellyn van een Rond || heeft tot syn omtrek, || *Ondersogt en seer gebrekkelyk bevonden.* || DOOR || IZAAK DE GRAAF: *Philo-Math.* || Vignette. || t'AMSTERDAM, || By JOHANNES LOOTS, Boekverkooper in de Nieuwe-Brugsteeg, || in de Jonge Lootman. 1714. in 4°. met 1 plaat.

A—B. Blz. 1—14.

11)* Wiskonstige Wederlegginge || VAN DE || QUADRATURA CIRCULI, || Ontdekt en uytgevonden door || DANIEL WAEYWEL, || *Bewysende de valsheyd van syn gevondene Proportie.* || BENEVENS || Een ontleding en ontdekking van desselfs Demonstratie, || waar in overvloediglyk aangetoont werd, dat deselve, || tot bewys van zyn zoo genaamde Quadratura, || in het minste niet kan dienen. || DOOR || DIRK KRUIJK. || Vignette. || Tot AMSTERDAM, || By JOHANNES LOOTS, Boek- en Zeekaartverkooper in de Nieuwe- || brugsteeg, in de Jonge Lootsman. 1714. in 4°. met 1 plaat.

A—C. Blz. 1—24 bevatten in verso van den titel de „OPDRAGT || Aan myn zeer waarde en Broederlyke Vrind, || Monsr. P. V. H.", geteekend „Rotterdam den 8 || September 1774;" „VOORREDEN || *Aan alle Heeren en Liefhebbers van de Mathesis*" (2 blz.).

Blz. 5—14. WEDERLEGGINGE || VAN DE || QUADRATURA CIRCULI || Ontdekt en uytgevonden door || DANIEL WAEYWEL, || BENEVENS || Een ontleding en ontdekking van desselfs || Demonstratie.

Blz. 15—24. WEDERLEGGINGE || Van de || QUADRATURA || Waar in aangetoond sal werden, dat een veelzydige || Figuur van 160 gelyke zyden, om een Cirkel be- || schreven, welkers Diameter is 1683. een korter || omtrek en minder inhoud zal hebben als de Cir- || kels omtrek en inhoud van Waeywel, heb- || bende deselve 1683 tot Diameter.

12)* DANIEL WAEYWEL'S || TWEEDE DEMONSTRATIE || Wegens de || QUADRATURA CIRCULI, || Dienende || Tot wederlegginge, en volslage overtuiginge van die || tegens syn eerste Demonstratie geschreven hebben || niet alleen; maar ook van alle, die nog voorne- || mens mogten zyn tegens het zelve te schryven. || En wel ten Principale, om alle Liefhebbers aan te toonen, || dat de Aanmerkingen van || MATHEUS SOETEN || Niet alleen ongefondeert, en spottens waardig is; maar ook, dat hy || syn belofte, in de Courant algemeen gemaakt, niet is nageko- || men, nog oyt volbrengen kan. || *Hier agter nog een korte*

antwoord op de wederlegginge van eenen || DIRK KRUIJK. || Vignette. || t'AMSTERDAM, || By CORNELIS VAN HOOGENHUISEN, Boekdrukker, || op de Egelantiersgraft. 1714. || *En werd verkogt door J. Oosterwyk, Boekverkooper op den Dam.* in 4°. met 1 plaat.

A—D. Blz. 1—32 bevat:

Blz. 3—26. TWEEDE DEMONSTRATIE, geteekend „*Amsterdam den* 12 || *Septemb.* 1714."

Blz. 27—32. VOOR BERIGT.

13) WISKUNDIGE || DEMONSTRATIE, || *Dat het* ROND *staat tegen zyn omgeschreven* || VIERKANT, || ALS || 11. STAAT TEGEN 14. || *Of de so langgezogte* || QUADRATURA || CIRCULI. || Ontdekt en uitgevonden in den || JARE 1749. || DOOR || GILLIS BOVY, || *Stads Timmerman te Zutphen.* || Vignette. || TE ZUTPHEN, || By WOLTERUS BOVY, || En HENDRICUS van BULDEREN, || Boekverkopers. 1754. || in 8°. met 3 platen.

A—B. 24 bladz. bevat in verso van den titel: „Den Autheur erkend || geen Exemplaren voor || eght, dan die door zyn || eigen hand getekent en || cachet onderstempelt || zijn," met zijn cachet en naam. Dan „VOORREDEN || AAN DE || KONSTBEMINNENDE || LEZER" (8 bladz.) „KORT || VOORBERIGT || OVER DE || QUADRATURA || CIRCULI." (3 blz.).

Blz. 1—11 over de FIGUREN.

14) Traité ou considérations mathematiques et impartiales sur la démonstration de la quadrature du cercle de D. W. et sur les considérations des mauvaises critiques de ses antagonistes. La Haye 1717.

BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.

XVII. Twee brieven van Ludolf van Ceulen.

1. Onlangs is de Bibliotheek der Leidsche Akademie in bezit gekomen van een zeldzaam werkje „Toet-steen van d'Algèbra Spetiosa, door DIRCK D'HOLLANDER, Amsterdam 1669. 4°." [1]), waarin twee brieven van LUDOLF VAN CEULEN voorkomen, handelende over een vraagstuk uit het gebied der onbepaalde vergelijkingen, dat hij in zijn werk van den Circkel, konstige Vraghen, onder N°. 57 had opgegeven.

Bovendien maken wij hier kennis met ADRIANUS TWILT, denkelijk onderwijzer in de wiskunde te Amsterdam in de eerste helft der zeventiende eeuw; en met NICOLAAS HUYBERTSZOON VAN PERCIJN, die landmeter te Naarden was in het begin dier eeuw. Deze laatste schijnt een vertrouwd vriend van LUDOLF VAN CEULEN geweest te zijn. Eindelijk met den schrijver DIRK DE HOLLANDER, Rekenmeester te Amsterdam, van wiens hand nog andere werken bekend zijn.

2. De vraag zelve is deze.

„Vindt 3 Getallen, soodanigh als men van de *cubo* haarder ‖ Zomme, af trekt elk getal insonderheyt, datter reste ‖ dry *rationale cubik* getallen?"

De oplossing begint dus, in den eigenaardigen trant van dien tijd.

»*Supposons* $1\,fa$, voor de somme van de 3 begeerde getallen.
$1\,fa$, *haar somma op alle* 3,

S. $\{1\,f^3a^3$, *is den Cubo op hare somme*, $1\,f^3a^3-b^3a^3$,	S. $\{1\,f^3a^3$, $1\,f^3a^3-c^3a^3$,	S. $\{1\,f^3a^3$, $1\;a^3-d^3a^3$,
't eerste tal.	*tweede tal.*	*derde tal.*
$+b^3a^3$ *een ratio cub. getal.*	*rest* $+c^3a^3$ *een ratio cub. tal.*	$+d^3a^3$ *een rat. cub.*
$b\,a$, *wortel.*	$c\,a$, *wortel.*	$d\,a$, *wortel.*

Daar resteert nu niets anders, dan dat de somme van dese drie getallen gelijk moet zijn ‖ de eerst *gesupposeerde* somme....

$$\left.\begin{array}{ll} 1\,f^3a^3-b^3a^3 & \textit{'t eerste} \\ 1\,f^3a^3-c^3a^3 & \textit{'t tweede} \\ 1\,f^3a^3-d^3a^3 & \textit{'t derde} \end{array}\right\}\ \textit{vergaart.}$$

$3\,f^3a^3-b^3a^3-c^3a^3-d^3a^3 \infty 1\,fa$, *haar eerst* gesupposeerde *Zomme*,

Ergo $3\,f^3-(b^3+c^3+d^3)a^3 \infty 1\,fa$ par Reductie

deellaar $1\,a)$ $3\,f^3-(b^3+c^3+d^3)$ in $aa \infty 1\,f$, *ofte begeerende* $1a$, *daar* komt $1\,a \infty \sqrt{\dfrac{1f}{3f^3-(b^3+c^3+d^3)}}$ ......

Om de 3 voorsz. *Cubik* getallen te vinden, *Supposons* voor ‖ den wortel van 't eerste *Cubik* tal d, en van 't tweede $12-x$ [hier en verder herhaaldelijk staat 12 foutief voor n], van 't derde $1x$.

$$\left.\begin{array}{lr} d \text{ zijn } \textit{Cubik} \ldots\ldots\ldots\ldots & +d^3 \\ 12-x \text{ zijn } \textit{Cubik}\ 12^3-3nnx+3.12xx-1x^3 & \\ 1x \text{ zijn } \textit{Cubik} \ldots\ldots\ldots\ldots & +1x^3 \end{array}\right\}\ \textit{verga.}$$

$\left.\begin{array}{l} +d^3 \\ +12^3 \end{array}\right\} -3nnx+nxx$, dese zomme trekt van $3\,f^3$,

rest $3f^3 \left.\begin{array}{l} -d^3 \\ -12^3 \end{array}\right\} +3nnx-nxx$, dit is ∞ eenigh *rationaal quadraat* tal, diens ‖ wortel wy stellen te zijn, $px+k$.

Ergo $3\,f^3$ *) $\left.\begin{array}{l} -d^3 \\ -12^3 \end{array}\right\} +3nnx-3nxx \infty ppxx+2pkx+kk$

$3nnx-2kpx \infty 3nxx+p^2xx$, deelt elk door $1x$

$1x)$ $3nn-2kpx$ †) $\infty 3nx+p^2x$

$\dfrac{3nn-2kp}{3n+pp} \infty 1x$.

NOTA. Wy *supposeren* nu dat kk is gelijk $3f^3-d^3-n^3$...."

*) Moet zijn n^3.

†) Moet zijn $-2kp$.

En hierop volgt verder de discussie der waarden.

3. Dat ADRIANUS TWILT zich op deze oplossing liet voorstaan, blijkt uit de »Aen den Konstgierigen Leser."

»*In wat voor estime, den Hoog-geleerde Mathematicus* Adrianus || Twilt, *mijn Leermeester zalr: d'ontbindinge van dese Quaestie ge-* || *houden geeft, is my 't alderbest bekent, want hoe veel Penningen* || *men hem om d'instructie der selver, of copye daar van te hebben, ook* || *gepresenteert heeft, ten heeft al niet konnen helpen, want hy die aan* || *niemandt, soo langh hy leefde, wilde openbaren.*"

Uit de daarop volgende woorden blijkt, dat de trouwens zeer verschillende oplossing van VAN CEULEN in het bezit van TWILT is geweest.

»*Maar na sijn overlijden, soo is my die, beneffens de solutie van* || Ludolf van Keulen, *met groote vreught ter hand gekomen, die by* || *my ook, na den aard der Liefde, in geen kleender estime, als by de* || *voornoemde* Twilt, *gehouden is geweest, 't welk de Liefhebbers* || *ook uyt soo heerlijk Werk licht sullen kunnen bespeuren.*"

4. Hierop volgt een twaalftal, ten deele verschillende »Analysen" of »Solutien": en daarop bladz. 36—49 het overeenkomstige vraagstuk voor vier cuben. Ten slotte blz. 50 komen de twee brieven van LUDOLF VAN CEULEN aan NICOLAAS HUYBERTSZ. VAN PERCIJN; brieven van een ouderen geleerde, die zijnen jongeren vriend steunt en opwekt bij zijn wetenschappelijk streven. De eerste luidt aldus.

» *Wyse, Voorsichtige, Konst-rijcke, besondere goede Vriendt, UL. schrijven heb ik* || *gisteren ontfangen, soude terstont geantwoort hebben, ten ware dat de vermaninge* || *van de koorts 't mijn verhindert hadt, daar ik eensdeels mede gequelt was, het is nu re-* || *delijck, daarom ik dese voorgenomen heb te schrijven, het is my van herten lief dat UL.* || *hem soo oeffent in de heerlijkste Konsten van Meten en Stellen, vaart soo voort UL. gelij-* || *ken sal in weynigh jaren niet veel te vinden zijn, ik zal UL. soo veel my mogelijk behul-* || *pelijk wesen, ik sal geen Quaestien bekomen van anderen, dat my veel gebeurt, of ik sal* || *copye aan UL. over senden, soo verre UL. daar in dan swarigheyt vindt, beloove U te hel-* || *pen, dit sal UL. dienen tot geen geringe saak, soo veel aangaat de* 57 *en* 69

Vrage in || mijn boek van de Cirkel, zijn sulks, dat die de 57 *kan solveeren, die kan de andere mede || maken. Deze* 57 *Quaestie is konstigh, en wordt van veele onmogelijk geacht op te lossen, || daar ik UL. veel van seggen sal, als wy eenmaal t'samen komen, het is de* 19 *Quaestie || van 't vijfde Boek van Diophante van Alexandrie, maar niet gesolveert, alsoo doet mede || den gene die 't selve Boek uyt de Griekssche Spraek in 't Latijn heeft overgeset, ik hebbe die || een ander geleert die my daar van rijkelijk betaalt heeft, maar heeft sijn beloften niet ge- || houden, dat is, hy beloofde my die niemant te sullen leeren, soo lange myn groot werck || niet gedrukt was, daar in ik de Lief-hebbers de voornoemde Quaestie gesolveert voor-dra- || gen soude, maar heeft in tegendeel een wijl tijdts daar na de voornoemde Quaestie aan een || ander geleert, die hem daar na tegen alle waarheyt beroemde, de Solutie door sich selven || gevonden te hebben, wat arbeydt ik daar aan gedaan heb is Godt bekent, nochtans werd || ik gedwongen door de liefde en vriendtschap, die ik tot UL. drage, UL. te belooven de || geheele operatie sonder eenigh recompens te schikken, soudt nu gaarn gedaan hebben, indien || myn hooft beter gestelt waar geweest, het heeft veel moeyte en veel schrijvens in, daarom hope || ik soo 't Godt belieft in de Paessche Heylige Dagen my daar aan te maken, en aan UL. te || senden, ik soude nu garen voor UL. wat dichten, maar mijn hooft wilt nu niet lijden, || wenschende UL. met UL. Huys-vrouw en Familie, dat u saligh is. Met haast uyt* Ley- || den, *den* 21 Maart, *Anno* 1610. || UL. Dienaar en Vriendt || LUDOLF VAN KEULEN.

Hier op volght nu de tweede BRIEF van dito van *Keulen*, || met de Solutie van voor-genoemde Quaestie.

Eersame, Vborsienige, Konst-rycke, besondere Vriendt, UL. schrijven is my ter- || stont behandight, daar uyt verstaan heb UL. aller gesontheyt, dat my lief is, ik met || mijn Familie zijn mede noch in goede doen, ik schik UL. hier het werk, waar door ik hier || dese konstige Vrage gevonden heb, en soo ver UL. daar swarigheyt in vindt, ik sal u als || myn Vriendt behulpelyk zijn schrijft mijn maar UL. begeerte: my is kortelingh uyt || Duytslandt wat gesonden, dat lustigh maar slecht is, soo UL. yets daar van begeert, || schrijft my, ik sal 't u over senden: ik soude UL. wel meer schrijven, maar heb voor te- || genwoordigh geen tijdt, hier mede wensch ik UL. met al

u geselschap het aldersalighste. || *Uyt* Leyden, *den* 1 May. *Anno* 1610. || UL. Dienaar en Vriendt || LUDOLF VAN KEULEN.

Volght dan de 57 *Quaestie met haar Solutie.* — — —

Antwoordt || 494424 472696 448000 „
2352637

De oplossing, die hier volgt, is eene geheel andere, dan de boven geschetste; VAN CEULEN eindigt haar met de woorden: „syn alsoo de getallen recht gevonden, daar van Godt alleen de eere toekomt."

5. Uit de eerste brief blijkt vooreerst, dat ook LUDOLF VAN CEULEN, zich, naar de gewoonte dier dagen, voor zijne oplossingen liet betalen.

Van meer gewicht is de vermelding van zijn *groote werk,"* waarin hij *„de voornoemde Quaestie gesolveert voor-dragen soude.* Dit moest wel dezelfde arbeid zijn, waarvan VAN CEULEN gewaagt in zijn voorbericht van zijn boek „Van den Circkel," [zie Bouwstoffen N°. VIII, § 8.].

„grooter werck/ daer inne onder andere ghehandelt sal || werden van den alder-constighsten Regel Cos/ met veel constighe Exempels/ my van || veel Meesters deser const te maken ghesonden/ met de beantwoordinghe/ en het gene || daer op ghemaeckt ende ghevonden is/ Met noch het noodt-wendighste der voornoemde || den Regel Cos/ welck ick tot Aernhem op 't Hoff van Gelderlandt Anno 1589 gevon- || den hebbe/ door de hulpe van Godt/"

Tot nog toe meende ik, dat dit werk van VAN CEULEN was zijne „Arithmetische en Geometrische Fondamenten," die het eerst [zie Aanteekening 17 bij N°. VIII der Bouwstoffen] door zijne weduwe ADRIANA SYMONS in het licht is gegeven. Immers worden in dat werk ook verschillende personen genoemd, die hem vraagstukken ter oplossing hadden toegezonden, zoo als

de Const-rijcke wel-gheleerde ende Sin-rijcke *Mathematicus, Meester Symon Stevijn* {bladz. 187, 211 (in 1582), blz. 136, in 1583)},

zijn Discipel *Pieter Corneliss.* (blz. 163, 243),

de constighe Landmeter *Adriaen Ockers* van Amsterdam (blz. 196, 243) zijn leermeester,

de hervaren ende rechten liefhebber dezer Const, *Meester Johan Pouwels* blz. 203, 212),

de constigen Jonckman *Cornelis Pietersz* van Alcmaer (blz. 212),

de Hooch-geleerde Heer *Johannes Wilhelmi Velsius,* Doctor binnen Lewarden, (blz. 229),

zijn discipel *Willeboort Rudolfsz Snellius Soon* (blz. 212, 230, 242),

zijn discipel *Nathaniel Claessoon* (blz. 242),

de geleerde ende zeer hervaren in dese Consten, Meester *Nicolaes Pietersz* van Deventer (blz. 244 in 1584),

de rechte Liefhebber *Samuel Krop van Doevers* (blz. 244 in 1599),

terwijl hij op blz. 225, nog een vraagstuk behandelt, „opentlijck aengeclampt den achtsten Junio tot Leyden Anno 1598."

Maar in deze Fondamenten vond ik ons vraagstuk niet, en konde het ook daarin niet vinden, omdat het in geen der zes „Deelen" paste. Nu weet men, dat deze „Fondamenten" afbreken bij een voorstel 17 (blz. 271), waarbij wel eene figuur, maar geen antwoord of oplossing te vinden is. Het konde dus zijn, dat die „Fondamenten" slechts een brokstuk was, niet verder door VAN CEULEN bewerkt, en dientengevolge ook niet verder door zijne weduwe in het licht gegeven. Doch bij het omslaan van het blad viel mijn oog op de volgende zinsnede (blz. 269)

„Ick vviste hier noch vvel veelderhande orden te setten met ander stuc- || ken, maer tsal beter te passe comen in mijn Cosbouck, daer ick de vindinge || des Hooch-geleerden *Adrianus Romanus* sal stellen."

Daaruit mag men dus besluiten, — afgescheiden van de vraag of „de Arithmetische en Geometrische Fondamenten" een brokstuk zijn of niet, — dat er nog een „groot Werck over Cos" door LUDOLF VAN CEULEN geschreven is; dat dit boek in Mei 1610 niet gedrukt was; dat zijne weduwe het niet heeft uitgegeven; en dat het dus meer dan waarschijnlijk bij het overlijden van VAN CEULEN niet genoegzaam voor de pers gereed was gemaakt.

6. Er blijft nog over om met een paar woorden den verzamelaar DIRCK DE HOLLANDER te gedenken, die in het beschreven boekje vóor ons heeft bewaard, wat eenig nieuw licht verspreidde over den arbeid en den geest van LUDOLF VAN CEULEN.

Hij heeft zich nog verdienstelijk gemaakt door eene verbeterde uitgaaf te bezorgen van „de Cijfer-konst van DAVID COCK

van Enckhuysen." Ik bezit daarvan de vierde Druck van 1661 [2]) te Amsterdam, waarin DIRCK DE HOLLANDER zich noemt: Italiaens Boeck-houder/ Reecken-meester ende Liefhebber der Wis-konst." Deze druk is uitgegeven door HENDRIK TJERCKSZ DE VRIES, Boekverkooper/ op de Zee-dijck/ over de Storm-steegh/ in de Chroniick van Frieslant,"; terwijl ik een ander exemplaar bezit, evenzeer "Den vierden Druck", volkomen dezelfde als de bovengenoemde, maar in 1680 [3]) te Amsterdam uitgegeven door MICHIEL DE GROOT, Boeck-verkooper op de Nieuwen-dijck/ tusschen de twee Haarlemmer-Sluysen."

Men zoude meenen, dat hier van eenige soort van nadruk sprake was; maar het werk van Dr. LEDEBOER [4]) lost de onzekerheid volkomen op; daaruit blijkt toch dat de zaak van H. T. DE VRIES slechts van 1652—1674 bestond, die van M. DE GROOT 1660—1682; de laatste had dus denkelijk het copijrecht van den eersten overgenomen. En dit wordt verder bevestigd door eene "Sevende Druck van de Cijferkonst [5]) in 1734 te Amsterdam uitgekomen bij "de Erve van de Wed.: G. de GROOT, Boekverkoopster op de Nieuwen Dijck, tusschen de twee Haarlemmer-Sluysen." Volgens Dr. LEDEBOER toch komen te Amsterdam achtereenvolgens voor, in hetzelfde huis

Gysbert de Groot 1682—1696,

Weduwe G. de Groot 1696—1717.

Erven Wed. G. de Groot 1717—1653.

Uit de voorrede van het boekje van Noot (2) van HENDRICK DE VRIES, blijkt, dat eerst deze vierde druck door DE HOLLANDER is verbeterd en vermeerderd met een "*Aenhanck van* (80) *diversche Questien* (blz. 339—376).

Dat dit rekenboek van DAVID COCK VAN ENCKHUYSEN veel en lang is gebruikt, blijkt wel uit een ander boekje, "De vernieuwde Cyfferkonst door David Cock van Enchuysen, vermeerderd door J. B. Wappers," [6]), dat te Gent is uitgekomen in het jaar 1799. Hier is echter de orde van de behandelde onderwerpen geheel veranderd.

AANTEEKENINGEN.

---

[1]) TOETS-STEEN || VAN || d'Algebra Spetiosa, || ALWAER DOOR || *den Konst-rijken en seer Hoog-geleerde Mathematicus* || ADRIANUS TWILT, zal^r. || BY NA || Op een oneyndelijke manier proef-vast getoetst wordt || de 57ste Quaestie van *Ludolf van Keulen*, in syn Boeck || des Circkels, ofte de 19de Quaestie, uyt 't vijfde Boeck van den || wijtvermaerden Griek *Diophante van Alexandrie.* || ALSMEDE || *Noch twee Brieven, geschreven door den Hoog-geleerden Professor* || L. van Keulen; *aan sijnen goeden Vriendt* Nicolaes van Percyn, *in sijn tijdt* || *gewesene Landtmeter tot* Naerden, *waer in de voornoemde* 57ste *Quaestie,* || *door hem* van Keulen *ook getoetst en geproeft wordt.* || Alles ten behoeve van de Konstgierige Liefhebbers, by een gestelt en gecorrigeert || *Door* DIRCK d'HOLLANDER, || *Italiaans Boek-houder, Reeken-Meester, en Liefhebber der Mathematische Konsten.* || Vignette. || t'AMSTERDAM, || Gedruckt voor den Autheur, en men vindtse te koop by *G. Goedes-* || *bergh*, op 't Water, by de Nieuwe Brugh, En by *Willem van Beaumont,* || in de Kalver-straet, in de Witte Boeck-Pers. 1669. in 4°.

A—C, 4 bladz. zonder pagineering, bevatten titel en het „Aen den Konstgierigen Leser." (2 bladz.). Daarop bladz. 5—52.

[2])* DE || CYFER-KONST, || Noyt voor desen || Den Leerlingen grondiger, noch oock || duydelijcker, voor-gestelt. || *Beschreven door* || DAVID COCK van ENCHUYSEN. || Den vierden Druck. || Van alle mis-druck ghesuyvert/ verbetert/ ende || merckelijck vermeerdert/ door || DIRCK de HOL- || LANDER, Italiaens Boeck-houder/ || Reecken-meester ende Liefhebber || der Wis-Konst. || Vignette. || t'AMSTERDAM, || Voor HENDRICK TJERCKZ de VRIES, Boeck- || verkooper/ op de Zee-dijck/ over de Storm-Steegh/ || in de Chronijck van Vrieslant./Anno 1661. in 8°.

8 bladz. bevatten na den titel „DEN DRUCKER || *Aen den bescheyden* || LESER, || Benevens alle Konst-lievende School-meesters || ende beminders deser edele Cijfer-konst." (5 bladz.) en „Principael Inhoudt deses || BOECKS" (1 bladz.).

Daarna A—Aa, bladz. 1—316.

Aan het einde staat

t'AMSTERDAM, || *Gedruckt by Kornelis de Bruyn, in de Gravestraat,* || *achter de Nieuwe Kerck.* 1661."

[3])* Hetzelfde werk met denzelfden titel. Alleen volgt op de vignette

„t'AMSTERDAM, || By MICHIEL de GROOT, Boeck-verkooper || op de Nieuwendijck/ tusschen de twee Haar || lemmer-Sluysen/ ANNO 1680." in 8°.

en ontbreekt de opgave van den drukker achteraan.

[4])* ALFABETISCHE LIJST || DER || BOEKDRUKKERS, BOEKVERKOOPERS EN UITGEVERS || IN || NOORD-NEDERLAND || SEDERT DE UITVINDING VAN DE BOEKDRUKKUNST TOT DEN AANVANG || DER NEGENTIENDE EEUW || DOOR || A. M. LEDEBOER || (LEDEBUR) || MED. DOCT., LID VAN DE MAATSCHAPPIJ DER NEDERLANDSCHE LETTERKUNDE TE LEIDEN, EERELID DER || VEREENIGING TOT BEVORDERING VAN DE BELANGEN DES BOEKHANDELS ENZ. || Vignette: het merk van den uitgever, in kleuren. || TE UTRECHT BIJ || J. L. BEYERS. || 1876. in 4°.

XVI bladz. niet gepagineerd, bevatten een franschen titel en achter den beschreven titel de lijst der inteekenaars (4 bladz.), een voorrede (6 blz.) gedateerd. „*Te Deventer*, in Augustus 1876."

1—25. bladz. 1—198.

4 Platen.

[5])* Wederom hetzelfde werk als in de Aanteekeningen (2) en (3) met denzelfden titel, waarvan echter nu het slot luidt

„t'AMSTERDAM, || By de Erve van de Wed. G. de GROOT, Boeck- || verkoopster op de Nieuwen Dijck/ tusschen de || twee Haarlemmer-Sluysen 1734." in 8°.

[6])* DE VERNIEUWDE CYFFER-KONST, || *Noyt voor dezen zoo gedrukt nochte* || *den Leerling grondiger en duyde-* || *lyker voorgesteld:* || DOOR DAVID COCK || van ENCHUYSEN. || *Vermeerderd met verscheyde Vraegstukken en Wissels* || *uytgewerkt door den Keting-Regel, en Preuven op* || *ider Vraegstuk, zoo door de Gelykmaetigheyd als* || *door den Keting-Regel, ofte door twee verscheyde* || *Werken den zelven facit uytbrengende, met de uyt-* || *legginge, hoe de zelve moeten bewerkt worden,* || DOOR || J. B. WAPPERS || VAN ANTWERPEN. || *Nauwkeurig oversien, en merkelyk verbéterd.* || Vignette. || TOT GEND, || By BERNARD POELMAN, op de Hoogpoorte in || het gekroond Zweird. || M.D.CC.XCIX. in 8°.

4 bladz. na den titel de „TAFEL || VAN DEN INHOUD DEZES BOEKS." (2 bladz.)

A—Aa, bladz. 1—372.

NALEZINGEN

OP DE

BOUWSTOFFEN N°. I—XVII VOOR DE GESCHIEDENIS

DER WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.

B. beteekent „Bouwstoffen N°", *A.* beteekent „Aanteekening", *N.* beteekent „Nalezingen".

B. I. § 8. Aan het einde bij te voegen:

Vergelijk Bouwstoffen N°. III. § 6—11. Daaruit volgt, dat hij reeds in 1652 als uitgever in den Haag optrad

B. I. § 9. Aan het einde bij te voegen:

DE DECKER schreef nog

*Nieuwe Rabat-tafels. Midtsgaders van interest op interest. Gouda. 1630. in 4°. [α]).

B. 1. A. 13. Dit werk komt ook gedrukt voor in VAN KAMPEN Geschiedenis der letteren en wetenschappen. Deel III. Delft 1826. bladz. 113*—142* en bladz. 289—312.

B. III. § 4. Bij de lijst der uitgaven van de kleine tafels, behoort nog te Amsterdam *in 1695, bij H. Boom en D. Boom. in 8°.

B. III. § 6. Van het hier beschreven boekje bezit de Bibliotheek der Leidsche Hoogeschool eene tweede uitgave. Daarin komen bij de voorrede de volgende varianten.

bladz. 13. reg.	3 v. b.	Autor	Author.
	14	nationes	Nationes,
	15	Miratur	Miratus.

B. III. § 10. Aan het einde bij te voegen de door Vlack gedrukte werken.

1657. G. J. VOSSII De Philosophorum sectis Liber.

1658. G. J. VOSSII De Philosophia et Philosophorum Sectis Libri II.

1658. G. J. VOSSII De Logices et Rhetoricae Natura et Constitutione Libri III.

1658. G. J. VOSSII De Rhetorica.
1658. C. HUGENII Horologium Oscillatorium.
1658. J. B. MORINI Astrologia Gallica.

B. III. A. 26. Bij een exemplaar in de Bibliotheek der Leidsche Hoogeschool eene „Editio Secunda, Hagae Comitum 1654," komt achter den titel slechts eene PRAEFATIO || AD || LECTOREM enz. 12 bladz., en daarop volgt dadelijk „Miltoni Defensio Secunda."

B. IV. Op hare plaats is het volgende in te lasschen.

1634. Amsterdam 8⁰. 6.
1653. Amsterdam 8⁰. 6. *P. Cruger* Doctrina.
1656. Amsterdam 8⁰. *E. Wingate* Logarithms.
1665. Amsterdam 8⁰. 7. *A. Vlack* Tafelen.
Nog de herdruk 1695*.
1712. 4⁰.
1714. Amsterdam 8⁰. 7. *P. Hellingwerff* Bosschieterye*.
1742. Amsterdam 8⁰. *Kruse* Hamburger Tab.
1798. Amsterdam *Hochheimer* Arbitrage Rek.
1803. Middelburg 8⁰. 4. *J de Kanter Phz.* Ecliptische Tafels*.
1826. Amsterdam 8⁰. 7. *J. Swart* Verzameling.
Nog de herdrukken 1835, 1837*, 1845.
1831. Leiden 8⁰. 6. *J. Pilaar* Handleiding*.
1832. Amsterdam 8⁰. 5. Jaarb. Kon. Inst. v. Ing.*

B. V. § 1. CLAAS JANSZ. VOOGHT GEOMETRA werd geboren den 27 April 1696 te Broek in Waterland.

B. V. § 3. blz. 46. Bij een herdruk der tafels van 1707 vindt men op den titel.

„En achter aan de *Logarithmus Tafelen* || van *Sinus, Tangens* en *Secans* &c., Welke alle Curieus in kopere Platen zijn || gesneden, en de streeck-Tafelen tot op 80 grade uytgereekent."

B.V. § 3. blz. 46. Bij het lijstje der boekdrukkers VAN KEULEN, moet, volgens opgave der nog bestaande firma het volgende worden veranderd.

1680 —1710. JOHANNES VAN KEULEN: wordt opgevolgd door zijn zoon
1710 — . GERARD VAN KEULEN.
(1727)—1742. LODEWINA KONST, Weduwe van GERARD VAN KEULEN, met haar eenigen zoon JOHANNES VAN KEULEN, die

1742 —1750. alleen voorkomt; hij wordt opgevolgd door zijne weduwe
(1750)—1756. Wed. J. van Keulen; later
1757 —1778 door zijne zoons Gerard Hulst van Keulen en Cornelis Buys van Keulen, onder de firma Joannes van Keulen en Zoonen.
1779 —1801. Gerard Hulst van Keulen.
1801 —1810. Wed. Gerard Hulst van Keulen. Die firma is gebleven en gedreven door
1810 —1827. van de Velde.
1827 —1835. Staats Boonen en Jacob Swart.
1835 — Jacob Swart.
1865 —1877. door Jacob Swart Jr.

Deze opgaven kunnen tevens tot aanvulling dienen van die, welke voorkomen in Dr. Ledeboer, Alfabetische Lijst der Boekdrukkers enz. Utr. 1876; waar men nog eene geslachtslijst der van K. vindt.

B. V. A. 15. Omtrent de verschillende drukken van 't Vergulde Licht der Zeevaert nog bij te voegen
de zevende van 1725*.
Nog vindt men de nadrukken
Amsterdam 1694 bij Jacobus Robijn;
Middelburg 1705* bij Aron van Poulle; nog wel met een privilegie van de Staten van Zeeland.

B. VI. § 2—10. Naar aanleiding van dit Nummer der Bouwstoffen, werd mij door de Mathematische Gesellschaft te Hamburg, — die nog krachtig leeft en werkt, en eene voortzetting is van de Kunst-Rechnungs-Societät aldaar, met gelijk doel, maar onder eenigzins veranderden naam, — verzocht hare geschiedenis te schrijven. Aan die vereerende opdracht werd door mij gevolg gegeven, en daardoor ben ik in staat, nog eenige nieuwe bijzonderheden mede te deelen.

Ad § 2.

N°. 8 overleed 1785, en N°. 11 in 1748.

De „Stern und Kern der Algebra" van H. Meissner beleefde eene tweede uitgave van 1740 *(β).

De titel van het „Informatorium" van Val. Heinsz is „Informatorium Arithmeticum, Problematis ex Regula Alligationis adornatum."

Van diens „Tyrocinium" is eene 15de, van dien „Schatzkammer" eene 4de uitgave bekend.

Zijn „Siebenfaches Alphabet" heeft tot titel

„Siebenfaches Alphabet groszer und dreifacher kleiner einzügiger teutscher Anfangs-Buchstaben."

De „Solvirter Lambechischer Appendix" van M. Scharff is het eerst in 1703 verschenen.

Johann Halchen schreef

„Speculum Mathematicum betreffend die grosse Sonnenfinsterniss 1699, 23 September, in specie wie auch in genere berechnet. 1698."

P. Tidemann gaf nog

„Schreib-Kunst- und Fractur-Vorschriften."

De titels van een paar werken van C. Danx luiden als volgt.

„Kurze doch gründliche Instruction" enz.

„Ein nach jetzt üblichem Mercatorischen" enz.

Ad § 5.

N⁰. 19 stierf vóór 1774; N⁰. 23 in 1724; N⁰. 24 in 1734.

De titel van het werk van J. Rieße is

„Lapis Lydius Mercatorius, oder Probirstein der Kaufmännischen Rechnung. 1697."

Ad § 6.

N⁰. 26, 27 en 28 waren de eerste „Ehrenmitglieder", dus geen gewone leden. N⁰. 27 overleed in 1723.

N⁰. 30 overleed in 1705; N⁰. 31 in 1729; N⁰. 32 in 1727; N⁰. 33 voor 1774; N⁰. 34 in 1731; N⁰. 35 in 1740; N⁰. 37 in 1738; N⁰. 39 voor 1774; N⁰. 40 in 1725; N⁰. 41 in 1745; N⁰. 42 in 1747; N⁰. 43 in 1751; N⁰. 44 voor 1774; N⁰. 46 in 1750; N⁰. 47 in 1732; N⁰. 48 in 1743; N⁰. 49 in 1734.

Het werk van J. L. Grafe verscheen in 1713.

J. G. Meckenhäuser schreef

„Opusculum Musico-Mathematicum der musikalischen Temperatur, über die Zwölf rational gleiche Tonos minores. 1729."

De titel van het boek van G. H. Paricius is

„Cambio-Mercatoria oder neuerfundene Reductiones deren vornehmsten europäischen Münzen. 1717."

Dezelfde gaf nog

„Diverse Initial- oder Anfangs-Buchstaben, davon er ein Verzeichniss von N⁰. 1—33 herausgegeben."

„Alzeit fertiger Ellen Rechner."

Het werk van J. H. Westerkamp zag in 1720 het licht.

N. Rohlaffs schreef nog

„Curieuse Uhr-Tabellen. 1741."

„Kunstlicher Zahlenspiel. 1742."

Ad § 7.

N°. 50 was het vierde „Ehrenmitglied"; hij overleed in 1760.

N°. 51 overleed in 1731; N°. 52 in 1754.

Na dezen N°. 52 moet ingelascht worden

N°. 52a) Claus Magens, Kaufmann, Philo-Mathem., in London [Der Meditirende]; overleden 1764.

Door deze opgave vervalt de vreemde omstandigheid, waarop in § 8 werd gewezen; maar tevens ook het eerste nieuwe lid, dat in § 9 wordt genoemd.

N°. 53 overleed in 1735; N°. 55 in 1752; N°. 56 werd 6 December 1725 Magister Calligraphiae et Arithmetices aan het Johanneum te Hamburg en overleed in 1747, den 11den Maart; N°. 58 overleed in 1742; N°. 59 in 1760; N°. 60 in 1751; en N°. 61 in 1745.

J. C. Oehler schreef o. a.

„Das erste Halb-Dutzend einzügig schattirter Initial-Buchstaben. 1723" en nog

„Arithmetica Mercatoria nova 1724."

„Cambio Commune."

Jos. Schöttel gaf

„Arithmetische Nebenstunden. 1754."

Van G. Hiddinga werd opgegeven

„Anleytung zur Geometrie und Trigonometrie". Hamburg. 1746; met een tweeden druk van 1761.

Voorts schreef dezelfde

„Wechsel Tabellen. 1737."

„Die Erscheinung des Mercurii in der Sonne den 4 November 1745."

H. Wahn schreef

„Himmelspiegel, der Planeten Lauf und Stand. 1722."

„Funffacher Holst. Calender mit dem Himmelspiegel ingl. versch. Hamburgische und andere v. 1723 bis einige nachfolgende Jahren."

„Calendarium perpetuum mit der Beschreibung des Inhalts und Gebrauches."

„Eine neu eingerichtete Stern-Karte."

„Kürze Erdbeschreibung mit Karte."
„Deutsche Grammatik und Orthographie."
Van C. S. RAMUS bezitten wij
„Compendium Arithmeticum Theoretico-Practicum. 1738."

Ad § 8.

Volgens het vorige moeten hier de woorden
„van DER MEDITIRENDE (wiens waren naam ik niet heb kunnen opsporen)."
vervangen worden door
„CLAUS MAGENS."

Ad § 9.

Bij de leden, die in 1742 nog leefden, moet nu gevoegd worden N⁰. 52*a*.

Van de toen nieuw toegetredenen kan ik het volgende vermelden.

Daar N⁰. (52*a*) het vorige aantal tot 62 doet klimmen, begin ik met (63).

63) PETER LORENTZEN, Schreib- und Rechenmeister, der mathematischen Wissenschaften Geflissener, in Tondern [der Liebende]; overleden in 1773.

64) JOHANN DANIEL BÖHLCKEN, Handels-Buchhalter, hochfürstlicher Wolffenbüttel-Factorey-Schreiber, zu Torga im Stift Walckenried, der mathematischen Wissenschaften Geflissener, in Blankenburg [der Bewahrende]; gestorven in 1771.

65) JOHANN ELIAS GRESZNER, bestallter Schreib-, Rechen- und Obermeister der Kirchenschule zu St. Jacobi in Hamburg [der Grämende]; hij was opvolger van J. C. OEHLERS (N⁰. 53) en overleed 1768.

66) MELCHIOR KOHLMANN, bestallter Schreib- und Rechenmeister in Bremen, der mathematischen Wissenschaften Geflissener [der Kennende]; overleden in 1731.

67) JOHANN BERNHARD HELD, Organist in Salz Upffeln, der mathematischen Wissenschaften Geflissener [der Heischende].

68) LUDER WEHRMANN, bestallter Schreib- und Rechenmeister der Schule zu St. Stephani in Bremen, der mathematischen Wissenschaften Geflissener [der Wachtende]; overleed 1739.

69) HERMANN REIMER, bestallter Schreib- und Rechenmeister am Königl. und Churfürstl. Dohm

in Bremen, der mathematischen Wissenschaften Geflissener [der Rühmende]; gestorven in 1761.

70) ALBERT AHRENT, bestallter Schreib- und Rechenmeister im Amte Ritsbüttel, der mathematischen Wissenschaften Geflissener [der Acceptirende]; overleed in 1750.

71) JOHANN NICOLAUS STEDING, bestallter Schreib- und Rechenmeister zu Stadthagen in der Reichs-Grafschaft Schaumburg [der Sammlende]; hij stierf in 1754.

72) ADOLPH FRIEDRICH MARCI, Schreib- und Rechenmeister und Buchhalter, wie auch Translateur, und der mathematischen Wissenschaften Geflissener, in Amersfoort und Amsterdam [der Meritirende]; overleden in 1754.

73) JOHANN JÜRGEN RESSING, bestallter Schreib- und Rechenmeister au der ersten Neustädtischen Armenschule bei der alten Michaeliskirche in Hamburg, des Buchhaltens und der mathematischen Wissenschaften Geflissener [der Nahende].

74) JOHANN DANIEL INTELMANN, Notarius Portorii bei der See-Zoll, der mathematischen Wissenschaften Geflissener, in Reval [der Inclinirende]; gestorven in 1760.

75) CHRISTIAAN CROESE, Schreib- und Rechenmeister, der mathematischen Wissenschaften und des Buchhaltens Beflissener, in Swyndorp(Oost-Vriesland) und Amsterdam [der Kunstliebende].

76) JOHANN CHRISTIAN POUSSETTE, Bürger-, Bau- und Proviantschreiber in Lüneburg, der mathematischen Wissenschaften Geflissener [der Preisende]; overleed vóór 1774.

77) AUGUST ERNST BROYER, Schreiber und Rechenmeister, im Marne in Inder Ditmarschen am Tremmetwärther neuen Deich [der Bereitende]; overleden vóór 1774.

Wat hunne werken betreft, is de titel van het werk van J. N. STEDING.

„Kunst-Kabinet aus der Arithmetica Curiosa, Arithmetica Figurata, Geometria, Trigonometria, Calendariographia, Horologia, Geographia, etc. Olden burg, 1736."

terwijl L. WEHRMANN schreef

„Edle Rechenkunst nach der Practic. 1724."
en Albert Ahrent
„Die von selbst lehrende Rechenschule, oder ein in Tabellen verfaszte Waaren-Rechnung. 1738."
J. G. Ressing schreef nog
„Kleiner arithmetischer Zeitvertreiber". 1735.
„Neuvermehrter arithmetischer Zeitvertreiber".1736.
„Arithmetische Rechenstunden". 1738.
„Caballistischer Loseschlüssel". 1743.
„Erste Grundlegung für Rechenschüler". 1747.
en J. D. Intelmann schreef
„Arithmetischer Wegweiser". 1736.
Ad § 10.
Na 1742 tot 1776 traden de volgende leden toe.

78) Johann Caspar von Hoyer, Ihro Röm. Kaiserl. Kgl. Majestät Gubernialrath, Philo-Mathematicus, in Prag [der Habende].

79) Anton von Friedenberg, Ihro Röm. Kaiserl. Kgl. Majestät Buchhalter bei der Rectifications-Kanzlei, in Prag [der Fruchtbringende]; overleden 1772.

80) Hans Sievers, bestallter Schreib- und Rechenmeister der Garnisonschule in Rendsburg, der mathematischen Wissenschaften Geflissener [der Siegende]; gestorven in 1760.

81) Heinrich Goss, Kaufmann zu Balje im Lande Kehdingen im Herzogthum Bremen, der mathematischen Wissenschaften Geflissener [der Gebende].

82) Jürgen Schröder, Kirch- und Schulbedienter zu Wevelsflath im Herzogthum Holstein, der mathematischen Wissenschaften Geflissener [der Sinnende]; overleed in 1761.

83) Carsten Schrum, Verordneter Schreib- und Rechenmeister, der mathematischen Wissenschaften Geflissener, in Rendsburg [der Spürende].

84) Johann Reimer, Informator der Mathematik, Navigation, und der Italiänischen Buchhaltung, in Hamburg [der Recreirende].

85) Jacob Rolfing, Extraordinair Schreib- und Rechenmeister, der mathematischen Wissenschaften und des Buchhaltens Beflissener, auf den Hamburger Stadtdeich [der Rechnende].

86) Joseph Crummel, Lehrer der Mathematik, in Aachen [der Critisirende].

87) Johann Heinrich Höcker, der mathematischen Wissenschaften Beflissener [der Habilitirende].

88) Pater Simon Baum, Professor im Kloster Marienforth bei der Stadt Bonn im Cöllnischen [der Brechende].

89) Peter Nicolaus Svensen, verordneter Schreib- und Rechenmeister an der St. Petri deutschen Kirchenschule, der mathematischen Wissenschaften Beflissener, in Copenhagen [der Speculirende].

90) Fedder Carstens, Banquier in Hamburg, und Philo-Mathematicus [der Contentirende].

91) Johann Erich Plate, bestallter Organist und Schulmeister, auch Liebhaber der mathematischen Wissenschaften, zu Sottrum im Amte Ratenburg [der Prangende].

92) Aron Hansen, Informator der Navigation, und der mathematischen Wissenschaften Beflissener, zu Oeverum auf der Insel Föhr [der Anhaltende]

93) Baltzer Bener, verordneter Schreib- und Rechenmeister, auch Liebhaber der mathematischen Wissenschaften, zu Ritzebüttel [der Beurtheilende].

94) Jacob Oostwoud, Leermeester in de Wiskonst, tot Oostzaandam [der Occupirende].

95) Hans Rübeke, verordneter Schreib- und Rechenmeister, auch Organist, Liebhaber der mathematischen Wissenschaften, in Mohrburg bei Hamburg [der Remarkirende].

96) Albert Vryer, Leeraar der Doopsgezinden te Wormerveer, aan de Zaan en Philo-Mathematicus [der Vigilirende].

97) Johann Töpcken, Liebhaber der mathematischen Wissenschaften, zu Fedderwarden in der Grafschaft Oldenburg [der Temperirende].

98) Friedrich Kloppenburg, Liebhaber der mathematischen Wissenschaften, zu Schmalen flaetherwurp in der Grafschaft Oldenburg Amt Ovelgöwe [der Considerirende].

99) Johann Lange, Liebhaber der mathematischen Wissenschaften, in Hamburg [der Lernbegierige].

Onder de hier genoemden waren verscheidene schrijvers.

Van J. C. Hoyer bezit men

„Geschwinder Interessen-Rechner". 1745.

Van JURE SCHRÖDER
„Tabellen zum Leinband Messen". 1748.
Van JOHANN REIMER
„Anleitung zur Rechenkunst". 1758.
„Der gemeinnützige Mathematische Liebhaber. 4 Theile à 26 Stücke. 1767, 1768, 1769."
„Sammlung gemeinnütziger mathematischer Aufgaben". 1773.
Van JOSEPH CRUMMEL
„Compendium neuer Gregorianisch-Oekonomisch-Astrophysikalisch-Geographische Kauf- und Handels-, wie auch Planeten- und am Ende dieses Seculi auslaufender Circular-Calender von 1749—1800 inclusiv."
„Nutzen der Algebra in allen Wissenschaften. 1758."
en van Pater SIMON BAUM
„Arithmetische Baumschule oder Fortpflanzung der gesammten Rechenkunst. 1768."

B. VI. § 11. Het Lubecksche Vraagstuk werd door CLAUSBERG behandeld in zijn „Kurzgefasste Erklärung" [zie de volgende nieuwe Aanteekening N°. γ]. Marci antwoordde daarop vrij onzacht in zijne „Gründliche Anzeige" [zie de nieuwe Aanteekening N°. δ].

B. VI. A. 1, 2, 3, 4, 7. Hierachter is het teeken *) vergeten.

A. 5. Dit werk is van het jaar 1724.

A. 11. 12. Der Meditirende is nu gebleken CLAUS MAGENS te zijn.

B. VII. § 10. Omtrent de geleerden, waaraan de platen voor zijn werk door NICOLAUS RAYMARUS URSUS DITHMARSUS waren opgedragen, kan ik, ten deele door de welwillende opgaven van den Hoogleeraar J. de Wal, het volgende mededeelen.

LAURENTIUS TUPPIUS was Juris Professor te Straatsburg; geboren 1528, overleed hij 3 Mei 1614.

CONRADUS DASYPODIUS, geboren 1532, overleden 6 Febr. 1612, was Prof. Matheseos te Straatsburg.

JUSTUS BYRGI, Horologiemaker te Cassel, werd 28 Febr. 1552 te Lichtenstein in Zwitserland geboren, en overleed 31 Januari 1632.

SIMON A QUERCU; zie over hem Bouwstoffen N°. VII.

DAVID WOLKENSTENIUS was ook Prof. Matheseos te Straatsburg; hij werd 19 November 1534 te Breslau geboren, en stierf 12 September 1592.

THOMAS FINCK, geboren 6 Januari 1561 te Flensburg, studeerde te Straatsburg, werd 1588 Prof. Matheseos te Copenhagen, en overleed 24 April 1656.

BARTOLOMEUS SCULTETUS was Burgemeester te Görlitz; hij werd geboren in 1540 en stierf in 1614.

GERARD MERCATOR, geboren 5 Maart 1512, stierf 2 December 1594 te Duisburgh; hij was een vervaardiger van vele kaarten.

BARTHOLOMEUS MERCATOR, zijn zoon, werd in 1540 te Leuven geboren, en overleed 1568; hij schreef over sterrekunde.

EDO HILDERICUS FRISIUS werd geboren in 1533 te Jevern, was 1564 tot 1567 Prof. Matheseos te Jena; later Prof. Theologiae te Heidelberg en te Altorf; hij is overleden 5 Mei 1599.

PHILIPPUS APIANUS was Matheseos Prof. eerst te Ingolstadt, later te Tübingen; 14 September 1531 geboren, overleed hij 15 November 1589.

MICHAEL MAESTLINUS, uit Goeppingen, was Professor te Heidelberg, en in 1583 te Tübingen; hij overleed 1631.

HENRICUS BRUCAEUS, geboren in 1531 te Aalst in Vlaanderen, was Prof. Matheseos et Medicinae te Rostock, en stierf 4 Januari 1593.

CHRISTOPHORUS CLAVIUS BAMBERGENSIS, Jesuit en Prof. Matheseos te Rome, werd te Bamberg geboren in 1537; hij is 6 Februari 1612 te Rome overleden.

VICTORINUS SCHONFELDT werd geboren te Bautzen in 1525, en overleed 13 Juni 1591. Hij was eerst Prof. Matheseos te Marburg; sedert 1566 Prof. Medicinae.

CASPARUS PEUCERUS, schoonzoon van MELANCHTON, werd 6 Januari 1525 te Bautzen geboren; hij werd Prof. Matheseos et Medicinae te Wittenberg, na 1585 Hofmedicus te Zerbst, en overleed in 1602.

JOHN DEE werd 13 Juli 1527 te London geboren, was Astronoom-mathematicus; gestorven 1607.

B. XI. § 1. Omtrent dezen DIRK REMBRANTSZ VAN NIEROP vernam ik nog, dat in de thans gesloopte hervormde kerk te Nieuwe Niedorp, (welke naam bij verkorting tot Niedorp overgaat) zijn grafzerk gevonden werd met het opschrift:

„Dirck Rembrants van Nierop obiit, omtrent 72 jaar.
Mr. in de Wiskonst.

Hier rust dat schrander Hooft
Die D'eclips recht verlichten
D'astronomie wist te stichten
Zijn glory nooit verdooft.
Hij toond' ons dat de zon
Stilstond, d'aartkloot draayde
En hoe de dwaalder swaayde
Uit waare wijsheytsbron,
Schoon Meenigh hiermee spot
Sijn Wijser der planeeten
Doet elck D'waarheyt weeten,
Nu rust sijn ziel in God.
den 4 November 1682."

Rondom dit opschrift stonden de afbeeldingen van de hemelteekens.

B. XI. § 6. Omtrent DIRK KLINKENBERG vond ik nog, dat hij met den niet onbekenden ingenieur MELCHIOR BOLSTRA in de Waterstaat werkte, onder toezicht van Professor LULOFS, dien wij reeds in N°. II dezer Bouwstoffen hebben ontmoet. Ook heeft hij met den evenzeer gunstig bekenden B. GOUDRIAAN geschreven eene „Memorie over het Leidsche Meer. 1769. folio."

Ten opzichte van hetgeen hij in sterrekunde deed, verdient nog te worden opgemerkt, dat hij in 1742, 1743 en 1748 komeeten waarnam.

B. XII. § 3. Ten aanzien van de verschillende uitgaven van het „Manuale Arithmeticae et Geometriae Practicae" te Franeker 1633, te Amsterdam 1634 en de „tweede Editie" te Franeker 1646, scheen het wel, dat die van 1634 een nadruk moest zijn, omdat zij tusschen de eerste en de tweede uitgave in staat. Maar het „Tot den Leser" in deze uitgaaf van 1634 lost de tegenstrijdigheid op. Deze begint op de zesde bladzijde van het voorwerk, aldus.

„Goetgunstighe Leser/ het is willich || een Jaer verleden/ dat ick hebbe uytgegeven || dit Manuael (sic)".

Hierdoor wordt de datum 1633 van den eersten druk bevestigd; hij vervolgt dan

„Als ic nu dese myne arbeyt begon te eerkouwen/ || soo werde ick wijs dat"
er eenige tafelen en inventien ontbraken, en eenige fouten voorkwamen; al dit ontbrekende geeft hij dan verder in dit „Tot den Leser".

Deze druk van 1634 is dus van Metius zelven; en is eigenlijk de tweede. Die van 1646 werd eerst na zijn dood uitgegeven.

B. XII. A. 2. Twee regels van onderen (op bladz. 237) voege men achter
„Tot den Leser" (11 bladz.)
nog het volgende.

Hier vindt men echter de oplossing dezer schijnbare tegenstrijdigheid: Metius zelf bezorgde dezen druk.

B. XIII. § 3. Uit een brief van Frans van Schooten, den zoon, aan onzen Constantijn Huygens, gedateerd „Leyden, 3 November 1648" (voorkomende in de verzameling Diederichs, Archief te Amsterdam), blijkt, dat dit portret toen nog niet was afgedrukt, en Huygens dus met het leveren van zijn onderschrift geen haast behoefde te maken.

Hieruit volgt, dat het genoemde portret niet van Frans van Schooten, den vader, maar van zijn naamgenoot, den zoon, was."

B. XIV. § 12. Bij de aanhaling van enkele zinsneden van Clavius uit zijne „Refutatio Cyclometriae Josephi Scaligeri", moest de zinsnede van bladz. 20, die met de woorden „Atque illud postremo ex me habeto", worden voorafgegaan door het volgende.

„Tu vero mi Scaliger dedisce tandem ineptire, exue tuam istam insanam temeritatem; || Disce homines esse aliquos, quos fallere nequeas, qui te, tuaq; plane dignoscant, falsaq; à veris distinguere iam || pridem norint. Agnosce, quā multis in rebus, quam foedum in modum labaris, atque Mathematici nomen tuis || veluti viribus impar onus, vergente iam ad interitum aetate, sapientior factus depone: vereri caeteros, te non vsque adeo omnibus anteferre, vt veluti infra te positos derideas, atq; contemnas, assuesce aliquando."

AANTEEKENINGEN.

---

a)* Nievwe || rabat-tafels, || Waer door sonderlingh licht ende || perfect gevonden wort het gereet gelt van eenige som- || me die te betalen is over eenige Maenden, het Ra- || bat afghetrocken zijnde teghens 8, 9, 10, 11 || ofte 12 ten hondert in 't Jaer. || mitsgaders van || interest op interest, || Om alle Custingh-brieven tot gereet gelt te maken, || te vinden het gereet gelt van een somme die verschijnt ten || eynde van eenige Jaren; ende als een somme eenige || Jaren op winst gelegen heeft, te vinden hoe veel || die bedraeght met de winst te samen, den || Interest gerekent tegens 5, 6, 7, 8 ten || hondert in 't Jaer, ende tegens den || penningh 13, 14, 15 ende 16. || Wtgegeven en van nieuws oversien door Ezechiel || de Decker, Rekenmeester ende Landt- || meter, residerende tot Rotterdam, || *Noch is daer by gevoeght de* Thiende *van* Symon Stevin *van* || Brugghe, *leerende door ongehoorde lichtigheyt alle rekenin- || gen onder den Menschen noodigh vallende, afveerdighen || door heele getallen sonder gebrokens.* || ter Govde, || By *Pieter Rammaseyn*, Boeck-verkooper inde Korte || Groenendal, in 't vergult A, B, C. 1630. || *Met Privilegie voor thien Jaren.* in 4°.

A—B en Oo (24 bladz.) bevatten den titel en in verso „Drukfouten" (1 blz.); daarop „Onderwysingh" (12 blz.), waarbij *„Tafel voor de deelen van een Gulden"* en *„Tafel voor de deelen van een Pont Vlaems"*. Dan „Nievwe Rabat-tafels" voor 1 tot 20 Maenden (10 bladz.) met gebruik van tiendeelige breuken.

a—q (128 bladz.) bevatten Jaer-tafels van t'samengevoeghde jaerpayen, van enckele jaerpaeyen, Maendt-tafels van enckele maendpaeyen, op Verlies en op Winst.

Daarop

De || thiende || leerende door || onghehoorde lichticheyt alle re- || keninghen onder den Menschen noodigh val- || lende, afveerdighen door heele ghetal- || len, sonder ghebrokenen. || Door Simon Stevin || van Brugghe. || ter Govde, || By Pieter Rammaseyn, Boeck- || vercooper, inde Corte Groenendal, int Duyts || Vergult A, B, C. || M.DC.XXVI.

A—D. Bladz. 1—27.

Dit laatste is hetzelfde werk, dat men ook vindt in het werk van DE DECKER, beschreven in Bouwstoffen N°. I, Aanteekening (4).

β)* Stern und Kern || der || ALGEBRAE || anzeigend || wie nicht allein die gemeinen, sondern auch || die binomischen und polynomischen Wurtzeln || aus denen niedrigen und höhern Aequationen, vermittelst || einer demonstrirten general- Regul auf eine gantz || neue und leichte Weise heraus zu || ziehen; || desgleichen || wie alle figürliche flache und cörperliche Zah- || len, und deren unendliche Aggregata nach einer || bewiesenen Universal-Regul können berechnet || und cossischen Bilancen darauf || formiret werden, || Nebst kurtzer doch gnugsamer Solution || der Beschluss-Aufgabe || des || Arithmetischen Kunst-Spiegels. || Dem Publico zu Dienst || das andere mahl aufgeleget, || und um ein ziemliches vermehrt || und verneuert || von || Heinrich Meissnern, || weyl. gewesenen Schreib-, Rechen- und Ober-Meister der || St. Jacobi Kirchen-Schule in Hamburg. || Hamburg, bey Michael Ludolph Völckers, in St. Nicolai-Kirche. in 8°.

XVI bladz. zonder pagineering. Tegenover den titel een gegraveerd portret van den schrijver, met randschrift: HEINRICH MEISNER *Philo. Math.* Schreib- und Rechen-Meister weyland in Hamburg, *denat.* 1716. AE. 72." Daarboven drie schilden met de woorden: „Der Sternen Kraft", „Der Kernen Saft" „Viel Nutzen schafft". Daaronder het vers

„Diess ist der liebe Mañ, der da schon lang die Jugend,
Mit Künste vorgeseiicht, im Leben und mit Tugend,
Noch täglich gehet vor; ja wird nicht sterbl. werden,
Als dauren wird sein Buch, alhie auf dieser Erden."

Dies: setzte Hier: Sacke.

Opdracht (12 bladz.) gedateerd „Hamburg den 29 Merz 1740."
Daarop
bladz. I—XXXII „Der ersten Auflage || Vorbericht", waaruit blijkt, dat de eerste uitgave van het jaar 1692 was.
A—Kk bladz. 1—520 het werk zelf.

γ)* Kurtz gefassete || Erklärung || des || eigentlichen Inhalts || der || Multiplication, Division, Regula || Detri, Duplex, Multiplex oder Con- || jointe, und der gemeinen Proben, || Nebst einer kurtzen Anweisung zur || Ausfindung gemeiner Universal-Reguln || in Wechsel-Arbitragen, || Wobey zugleich || Verschiedene Anmerckungen || über die || neulich alhier heraus gekommene Charteque || eines unbenannten Authoris || unter dem Titul: || Erster Theil abgestatteter *Relation Mercurii* &c. || wie auch || Die *Solution* der in gemeldter *Relation* || enthaltenen Zwo Aufgaben, || deutlich und gründlich fürgestellet || von || C. von CLAUSBERG || HAMBURG gedruckt bey Conrad König, E. Hoch-Edlen || und Hoch-Weisen Raths Buchdrucker. Anno 1731. in 8°. met 1 plaat.

[illegible] (zonder pagineering) bevat „[illegible]", gedateerd „Har[illegible] [illegible] Maji 1731."

[illegible] 1—60.

[illegible] Anzeige | dass des | Hn. von Clausberg | [illegible] [illegible] Gedancken | über das streitige [illegible] Pro[illegible] [illegible] und falsch | mithin offenbahr zu Tage legen: | das [illegible] capa- | ble sey. | Auf vieler Freunde Begehren | [illegible] gestellet | von | A. F. M. | Anno 1731. in 8°.

[illegible] 1—59

LIJST VAN DE BOEKEN,

BESCHREVEN OF AANGEHAALD IN DE

BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN IN DE NEDERLANDEN. N°. I—XVII.

B.	A.	§	
VIII.	13.		**J. P. Amersfoordt*. Een oud plan van doorgraving van Holland op zijn smalst. 's Gravenhage 1873. 8°.
IX.	4.		*Al. Anderson*. Vindiciae Archimedis. Par. 1616. 4°.
XII.	15.	6.	**Adriaan Anthonisz*. Solutie op die 51 en 52 Propositie. Alcmaar 1589. 4°.
I.	10.		**D. Bierens de Haan*. Iets over Logarithmentafels. (Amst. 1862. 8°.).
II.	1.		**D. Bierens de Haan*. Notice sur Meindert Semeyns. (Rome 1873. 4°.).
II.	2.		**B. Boncompagni*. Intorno alla vita ed ai lavori di Meindert Semeyns. (Roma 1873. 4°.).
VIII.	28.		**B. Boncompagni*. Intorno ad una iscrisione. (Roma 1874. 4°.).
XVI.	13.		*G. Bovy*. Wiskundige demonstratie. Zutphen 1754. 8°.
XI.	5.		**J. R. Brasser*. Regula Cos. Amsterd. 1663. 4°.
XI.	6.		**J. R. Brasser*. Regula Cos. Amsterd. 1672. 4°.
I.	7.		*H. Briggs*. Arithmetica Logarithmica. London 1624. folio.

B.	A.	§	
XIIII.	7.	3.	**R. des Cartes.* Principia Philosophica. Amsterdam 1656. 4°.
XIV.	17.		*P. A. Cataldi.* Trattato della Quadratura. Bologna 1612. fol.
	18.		*P. A. Cataldi.* Diffesa d'Archimede. Bologna 1620. fol.
	19.		**P. A. Cataldi.* Opusculum de lineis rectis. Bononiae 1604. 4°.
VII. VIII.	4. 10.	4;	**L. van Ceulen.* Kort claar bewijs. Aemstelredam 1585. 4°.
VII. VIII.	4. 11.	5, 6;	**L. van Ceulen.* Proefsteen ende claerder wederleggingh. Aemstelredam 1586. 4°.
VIII.	8.	3.	**L. van Ceulen.* Solutie ende Werckinghe. Amstelredam 1584. 4°.
	12.	7.	**L. van Ceulen.* Vanden Circkel. Delf 1596. fol.
	16.		**L. van Ceulen.* Vanden Circkel. Leyden 1615. 4°.
	17.	10.	**L. van Ceulen.* De Arithmetische en Geometrische Fondamenten. Leyden 1615. 4°.
	19.	12.	**L. van Ceulen.* Fundamenta Arithmetica et Geometrica. Ed. *W. Snellius.* L.B. 1615. 4°.
	20.	12.	**L. van Ceulen.* De circulo et adscriptis. Ed. *W. Snellius.* L.B. 1619. 4°.
N.	β.		**C. von Clausberg.* Kurz gefassete Erklärung. Hamburg 1731. 8°.
XIV.	11.		**Chr. Clavius.* Opera Mathematica. Moguntiae 1612. folio.
	13.		**Chr. Clavius.* In sphaeram Joannis de Sacro Bosco. Venetiis 1596. 4°.
	14.		**Chr. Clavius.* In sphaeram Joannis de Sacro Bosco. Gervasii 1608. 4.
	15.		**Chr. Clavius.* Geometria practica. Moguntiae 1606. 4°.
	16.		**Chr. Clavius.* Algebra. Romae 1608. 4°.
XVII.	2.		**D. Cock van Enckhuysen.* De Cijfer-konst. Amsterdam 1661. 8°.
	3.		**D. Cock van Enckhuysen.* De Cijfer-konst. Amsterdam 1680. 8°.

B.	A.	§	
XVII.	5.		**D. Cock van Enckhuysen.* De Cijfer-konst. Amsterdam 1734. 8°.
	7.		**D. Cock van Enckhuysen.* De vernieuwde Cijfferkonst. Gend 1799. 8°.
VI.	8.		**H. Cordes.* Historisch-Algebraische Neben-Stunden. Wiszmar 1707. 8°.
	9.		**H. Cordes.* Neuangelegter Historisch-Algebraischer Blumengarte. Lubeck 1708. 8°.
	10.		**H. Cordes.* Historisch-Algebraischer Zeit-Vertreib. Lubeck 1714. 8°.
V.	4.		**Ez. de Decker.* Eerste Deel van de Nieuwe Telkonst. Gouda 1626. 4°.
	9.		*Ez. de Decker.* Nieuwe Telkonst. Gouda 1626. 8°.
	15.		**Ez. de Decker.* Practijck van de groote Zeevaert. Gouda 1631. 8°.
	16.		*Ez. de Decker.* Practijck van de groote Zeevaert. Rotterdam 1659. 4°.
N.	α.		**Ez. de Decker.* Nieuwe Rabat-Tafels. Gouda 1630. 4°.
XII.	12.		**J. J. Dodt van Flensburg.* Letterkundige Aanteekeningen. (Medemblik 1845). 8°.
XIV.	10.		**J. Errard.* La fortification demonstree. Paris 1620. folio.
VII.	3.	5—8.	**S. van der Eycke.* Quadrature du cercle. Delf 1584. 4°.
	5.	9.	*S. van der Eycke.* Claerder Bewijs. Delf 1586. 4°.
III.	28.		**W. Gardiner.* Tables of Logarithms. London 1742. 4°.
	29.		**W. Gardiner.* Tables de Logarithmes. Avignon 1770. 4°.
III.	6.	2.	*H. Gellibrand.* Trigonometria Brittannica. Gouda 1633. folio.
V.	15.		**Cl. Hz. Gietermaker.* 't Vergulde Licht der Zeevaart. Amsterdam 1697. 4°.
I. 11; III. 27.			**J. W. L. Glaisher.* Notice respecting some new Facts. (London 1872). 8°.

B. A. §	
III. 31.	**J. W. L. Glaisher.* On early logarithmic Tables. (London 1873). 8°.
III. 16.	**A. de Graaf.* Nieuwe konstige Tafelen. Amsterdam 1665. 8°.
XVI. 10.	**Is. de Graaf.* Waywels Proportie. Amsterdam 1714. 4°.
IX. 7.	*Chr. Grienbergius.* Elementa trigonometrica. Romae 1630. 8°.
I. 8.	*E. Gunter.* Canon Triangulorum. London 1623. 4°.
VI. 7.	**P. Halcken.* Deliciae Mathematicae. Hamburg 1719. 8°.
III. 3.	*Halliwell.* Letters on scientific subjects.
I. 3. 3.	*D. Henrion.* Mémoires Mathématiques. Paris 1623, 1627. 8°.
XVII. 1. 2—4.	*Dirck de Hollander.* Toetsteen van d'Algebra Spetiosa. Amsterdam 1669. 4°.
IX. 5. 6.	**Chr. Hugenius* De circuli magnitudine inventa. L. B 1654. 4°.
XI. 18.	**D. Klinkenberg.* Korte verhandel over Sinus enz. (Haarlem 1760). 8°.
19.	**D. Klinkenberg.* Kort Berigt wegens comeetsterre. (Haarlem 1755). 8°.
20.	**D. Klinkenberg.* Over de deelen van het Bastion. (Haarlem 1755). 8°.
21.	**D. Klinkenberg.* Over de evenredigheid tusschen de middellijn. (Haarlem 1757). 8°.
22.	**D. Klinkenberg* Verhandeling over de pegelkunde. (Haarlem 1757). 8°.
23.	**D. Klinkenberg* Vraagstuk de zeevaartkunde betreffend. (Haarlem 1757). 8°.
24.	**D. Klinkenberg* Over een meetkundig werkstuk. (Haarlem 1757). 8°
25.	**D. Klinkenberg* Afbeeldinge der eclipsen. (Haarlem 1757). 8°.
26.	*D. Klinkenberg.* Beschrijving hoe de afstand der zonne. Haarlem 1743. 8°.

B.	A.	§	
XI.	27.		***D.** ***Klinkenberg.*** **Verhand. beneffens de Afbeeldingen. (Haarlem 1760). 8°.**
	28.		***D.** ***Klinkenberg.*** Verhand. en Aanmerkingen. (Haarlem 1762). 8°.
	29.		**D. Klinkenberg.* Nabericht. (Haarlem 1762). 8°.
	30.		*D. Klinkenberg.* Observations on the late Comet. (London 1758). 4°.
	31.		*D. Klinkenberg.* Observations de la Comète. (Paris 1766). 4°.
	32.		*D. Klinkenberg.* Over eene kleine, doch ongewoone Sterre. (Rotterdam 1783). 8°.
	33.		*D. Klinkenberg* Nader Elucidatie. (Rotterdam 1774). 8°. .
	34.		*D. Klinkenberg.* Aanmerkingen over de Nader Elucidatie. (Rotterdam 1774). 8°.
VIII.	2.		*K. J. F. C. Kneppelhout van Sterkenburg.* De Gedenkteekenen. Leiden 1864. folio.
XVI.	11.		**Dirck Kruyck.* Wiskonstige Wederlegginge van de Quadratura Circuli. Amsterdam 1714 4°.
III.	25.		**Phil. Lansbergen.* Tabulae motuum coelestium. Middelburg 1632. folio.
IX.	2.	5.	**Phil. Lansbergen.* Cyclometriae Novae. Libri II. Middelburg 1616. 4°.
	3.		**Phil. Lansbergen.* Opera omnia. Middelburg 1663. folio.
III.	32.		*J. M. Ledeboer.* De boekdrukkers in Noord-Nederland. Deventer 1872. 4°.
V.	5.		
XVII.	4.		**J. M. Ledeboer.* Alfabethische lijst der Boekdrukkers, Boekverkoopers en Uitgevers in Noord-Nederland. Utrecht 1876. 4°.
II.	15.		**J. Lulofs.* Brief aan M. Semeyns. Leyd. 1764. 8°.
	17.		**J. Lulofs* Korte Aanmerkingen. Amsterdam 1764. 8°.
XVI.	1.		*J. Marcelis.* De quadratura van den Circkel. Amsterdam 1698. 4°
	2.		*J. Marcelis.* Ampliatie en Demonstratie wegens de Quadrature. Amsterdam 1699. 4°.

B.	A.	§	
XVI.	4.		*J. Marcelis.* De sleutel en openinge van de Quadrature. Amsterdam 1704. 4°.
	5.		*J. Marcelis.* De eerste en eenigste Uytvinding van de Circul-Quadratura. Amsterdam 1714. 4°.
	6.		*J. Marcelis.* Elucidatie wegens de Quadratura van den Cirkul. Amsterdam 1714. 4°.
VI.	12.		**A. F. Marci.* Vermaaklijk Rekenkunstig Spel. Amsterdam 1744. 4°.
	13.		**A. F. Marci.* De Tooververkanten. Amsterdam 1791. 4°.
	14.		**A. F. Marci.* Uitvoerige Tafelen van de ondeelbaare of Prim-Getallen. Amsterdam 1772. 8°.
	15.		*A. F. Marci.* De verworpene Annihilatio ultimi termini. (Amsterdam 1762). 8°.
	16.		*A. F. Marci.* Methodus de maximis et minimis. (Amsterdam 1763). 8°.
N.	γ.		**A. F. Marci.* Gründliche Anzeige. 1781. 8°.
VI.	1.		**H. Meiszner.* Arithmetica Tyronica. Hamburg 1701. 8°.
	2.		**H. Meiszner.* Martin Wilckens Flores Algebraici. Hamburg 1684. 8°.
	3.		**H. Meiszner.* Arithm Geometr. und Algebraische Kunstkette. Hamburg 1691. 8°.
	4.		**H. Meiszner.* Algebra Tyronica. Ed. 2a. Hamburg 1724. 8°.
	5.		**H. Meiszner.* Geometria Tyronica. Hamburg 1696. 8°.
	6.		*H. Meiszner.* Des teutschen Euclidis 1er & 2er Buch. Hamburg. folio.
N.	β.		**H. Meiszner.* Stern und Kern der Algebrae. 2a Ed. Hamburg 1740. 8°.
XI. XII.	2; 31.		**A. Metius.* Fundamentale onderwysinghe aengaende het Astrolabium. Franeker 1627. 4°.
	1.		**A. Metius.* Manuale Arithmeticae et Geometriae Practicae. Franeker 1646. 8°.
	2.		**A. Metius.* Manuale Arithmeticae et Geometriae Practicae. Amsterdam 1634. 8°.

B.	A.	
XII.	3.	*A. Metius.* Arithmetica et Geometria Nova. Franeker 1625. 4°.
	4.	**A. Metius.* Arithmeticae Libr. II et Geometriae Libr. VI. L. B. 1640. 4°.
	5.	**A. Metius.* Arithmeticae et Geometriae practica. Franeker 1611. 4°.
	23.	**A. Metius.* De genuino uso utriusque globi. Franeker 1624. 4°.
	24.	**A. Metius.* Institutiones Astronomicae et Geographicae. Franeker 1614. 4°.
	25.	*A. Metius.* Institutiones Astronomicae et Geographicae. Franeker 1621. 4°.
	26.	**A. Metius.* Nieuwe Geographische onderwijsinghe. Franeker 1614. 4°.
	27.	*A. Metius.* Praxis nova geometrica per usum circini. Franeker 1623. 4°.
	28.	**A. Metius.* Maetconstigh Liniael. Fran. 1626. 4°.
	29.	**A. Metius.* Fortificatie ofte Sterckten Bouwinghe. Franeker 1626. 4°.
	30.	*A. Metius.* Eeuwighe Handt-Calendier. Amsterdam 1627. 8°.
	32.	**A. Metius.* Primum Mobile. Amstelodami 1631. 4°.
	33.	**A. Metius.* Astronomische en Geographische onderwijsinghe. Amsterdam 1632. 4°.
	34.	**A. Metius.* Mensura geographica. Franeker (1632). 4°.
III.	4.	*G. Miller.* Logarithmicall Arithmeticke. London 1631. folio.
III.	26.	*J. Miltoni.* Defensio Secunda. Hagae 1654. 12°.
I.	13; N. I.	**G. Moll.* Bijdragen tot de geschiedenis der wiskundige wetenschappen. (Delft 1826). 8°.
XII.	11.	**G. Moll.* Geschiedkundig onderzoek naar de eerste uitvinders der verrekijkers. (Amsterdam 1831). 4°.
I.	12.	**J. F. Montucla.* Histoire des Mathématiques. Paris 1799. 4°.

B.	A.	§	
IX. XII.	6. 8. 6.		*(*J. F. Montucla*). Histoire des recherches sur la quadrature du cercle. Paris 1754. 8°.
IX. XII.	6. 7.		*J. F. Montucla*. Histoire des recherches sur la quadrature du cercle. 2e Ed. Paris 1831. 8°.
V. XII.	4. 21.		**F. Muller*. Essai d'une bibliographie Neerlando-Russe. Amsterdam 1859. 4°.
XVI.	3.	2.	*K. Najer*. Eenvoudig vertoog. Briev-wijs geschreven aan Jacob Marcelis. Amsterdam 1702. 4°.
I.	5.		*J. Neper*. Logarithmorum Canonis Descriptio. Lugduni 1700. 8°.
	5.		*J. Neper*. Mirifici Logarithmorum Canonis Constructio. Lugduni 1700. 8°.
	5.		*J. Neper*. Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio. Edinburgi 1614. 8°.
	6.		*J. Neper*. Rabdologiae Libri II. Edinburgi 1617. 12°.
X.	1.	2, 3.	**Corn. van Nienrode*. Volkomen proportie des circkels. Utrècht 1628. 8°.
	2.		**Corn. van Nienrode*. De Vijfthien Boecken Euclides. Utrecht. 8°.
VI.	17.		**J. Oostwoud*. Mathematische Liefhebberij. Purmerend. 8°.
	18.		**J. Oostwoud*. Mathematisch Zinnen-Confect. Purmerend 1767. 8°.
	19.		**J. Oostwoud*. Bundel van Wiskundige Uytspanningen. Purmerend (1776). 8°.
	20.		**J. Oostwoud*. Maandelijkse Mathematische Liefhebberije. Purmerend 1754—1769. 8°.
VIII.	24.		**L. Praalder*. Verzaameling van Voorstellen. Amsterdam 1777. 8°.
	25.		**L. Praalder*. Ludolf van Keulen's Mathematische Voorstellen. Amsterdam 1790. 8°.
	26.		**L. Praalder*. Gronden der Wiskonst. Rotterdam 1753. 4°.
	27.		**L. Praalder*. Verhaal van 't gepasseerde en Examen. Rotterdam 1752. 4°.

B.	A.	§	
VIII.	4.		*W. J. C. Rammelman Elzevier.* Mededeeling. (Utrecht 1846). 8°.
VII.	7.		*Nic. Raymarus Ursus Dithmarsus.* Fondamentum astronomicum. Argentorati 1588. 4°.
VIII.	23.		**Johannes de Regio Monte.* De Triangulis omnimodis. Libr. V. Norimbergae 1533. 4°.
XI.	16.		*K. K. Reitz.* Nieuwe Handleiding om den Logarithmus te vinden. (Vlissingen 1786). 8°.
	17.		*K. K. Reitz* Aanhangsel tot de Nieuwe Handleiding. (Vlissingen 1790). 8°.
XI.	10.		* *W. O. Reitz.* Nieuw gevonden berekening der kunstbreuken. (Haarlem 1754). 8°.
	11.		* *W. O. Reitz.* De berekening van kunsttallen. (Haarlem 1755). 8°.
	12.		* *W. O. Reitz.* Nieuwe bespiegeling der teerlingsche vergelijkingen. (Haarlem 1757). 8°.
	13.		* *W. O. Reitz.* Nieuwe oplossing der vergelijkingen der 4e macht (Haarlem 1767). 8°.
	14.		* *W. O. Reitz.* Nieuwe bespiegeling der klootsche figuren. (Haarlem 1768). 8°.
	15.		*W. O. Reitz.* Grondig onderwijs der breuktallen. (Vlissingen 1769). 8°.
XI.	1.		* *D. Rembrantsz van Nierop.* Logarithmus Tafelen. Harlingen 1671. 8°.
	4.		* *D. Rembrantsz van Nierop.* Mathematische Calculatie. Amsterdam 1659. 8°.
VIII.	22.	14;	*A. Romanus.* In Archimedis Circuli Dimensionem. Wurceburgi 1597. folio.
XIV.	9;		
XV.	3, 4.		
	2.		*A. Romanus.* Ideae Mathematicae. Antverpiae 1593. 4°.
	4.		*A. Romanus.* Ventorum secundum recentiores usus. Wurceburgi 1596. folio.
	5.	5.	*A. Romanus.* Chordarum arcubus circuli primariis. Wurceburgi 1620. in plano.
	6.		*A. Romanus.* Mathesis polemica. Francofurti 1605. 8°.

B.	A.	§	
XV.	7.		*A. Romanus.* Speculum Astronomicum. Lovanii 1606. 4°.
XV.	8.		*E. Romanus.* De formatione humani corporis. 1522. 8°.
XIV.	1.		**J. Scaliger J. C. fil.* M. Manilii Astronomicon. Lutetiae 1579. 8°.
	2.		**J. Scaliger J. C. fil.* Opus de Emendatione Temporum. Coloniae 1629. folio.
	3.		**J. Scaliger J. C. fil.* De re nummaria. L. B. 1616. 8°.
	5.		**J. Scaliger J. C. fil.* Epistolae. L. B. 1627. 8°.
	6.	3—6.	**J. Scaliger J. C. fil.* Cyclometrica Elementa duo. L. B. 1594. folio.
	7.	6.	*J. Scaliger J. C. fil.* Appendix ad Cyclometrica sua. L. B. 1594. folio.
	8.		**J. Scaliger J. C. fil.* Mesolabum. L. B. 1594. folio.
	12.		*J. Scaliger J. C. fil.* Hippolyti Episcopi Canon Paschalis. L. B. 1595. 4°.
XIII.	1.		**Fr. van Schooten (Sen.).* Tabulae sinuum, tangentium, secantium. Amsterdam 1627. 8°.
	2.		**Fr. van Schooten (Sen.).* Tabulae Sinuum, Tangentium et Secantium. Rotterdam 1632. 12°.
	3.		**Fr. van Schooten (Sen.).* Tabulae Sinuum, Tangentium et Secantium. Brussel 1683. 12°.
	4.		**Fr. van Schooten (Sen.).* Tables de Sinus, Tangentes et Secantes. Bruxelles 1683. 12°.
	5.		**Fr. van Schooten (Sen.).* Tables des Sinus, des Tangentes et Secantes. Rouen 1672. 12°.
	6.		**Fr. van Schooten (Sen.).* De 15 Boecken der Elementen van Euclidis. Amsterdam 1662. 12°.
		2.	*Fr. van Schooten (Sen.).* Roozenkrans. Dordrecht 1623. 4°.
XIII.	8.		**Fr. van Schooten (Jun.).* Geometria a Renato des Cartes. L. B. 1649. 4°.
	9.	3.	**Fr. van Schooten (Jun.).* Geometria a Renato des Cartes. L. B. 1659. 4°.

B. A. §

XIII. 10. *Fr. van Schooten* (*Jun.*). Principia Matheseos Universalis. L. B. 1651. 4°.

11. **Fr. van Schooten* (*Jun.*). Exercitationum Mathematicorum. Libr. V. L. B. 1656, 1657. 4°.

12. **Fr. van Schooten* (*Jun.*). Mathematische Oeffeningen. V Boucken. Amsterdam 1659. 4°.

13. **Fr. van Schooten* (*Jun.*). Mathematische Oeffeningen. V Boucken. Amsterdam 1660. 4°.

14. **Fr. van Schooten* (*Jun.*). De organica conicarum sectionum descriptione. L. B. 1646. 4°.

XI. 8. **J. C. Schulze*. Sammlung unentbehrlicher Tafeln. Berlin 1778. 8°.

II. 6. **M. Semeyns*. Naauwkeurige Waarneming. Haarlem 1748. 8°.

7. **M. Semeyns*. Berigt wegens Land- en Zeewinden. (Haarlem 1755). 8°.

8. **M. Semeyns*. Waarneeming over de waare Dampheffingen. (Haarlem 1755). 8°.

9. **M. Semeyns*. Verh. over de natuurlijke oorzaak der Passaat-winden. (Haarlem 1757). 8°.

10. **M. Semeyns*. Kortbondige redeneering over de gesteltheid van den aardkloot van binnen. 's Gravenhage 1760. 8°.

11. *M. Semeyns*. Kürze aus der Würkung des Magnets hergeleitete Abhandlung. Nurnberg 1764. 4°.

12. **M. Semeyns*. Kortbondige Demonstratie of Nader Betoog. 's Gravenhage 1762. 8°.

14. **M. Semeyns*. Merkwaardige verzameling van echte stukken en brieven. 's Gravenhage 1764. 8°.

16. **M. Semeyns*. Brief aan Johan Lulofs Hoogleeraar. Enkhuysen 1764. 8°.

18. *M. Semeyns*. Voorberigt of Voorreden. Enckhuysen 1765. 8°.

19. **M. Semeyns*. Het nieuw ontdekte Magneetische Systema. Enkhuizen 1767. 8°.

B.	A.	§	
II.	20.		**M. Semeyns.* De voornaamste Verschilpunten. Enkhuysen 1773. 8°.
V.	9.		**D. J. Slikker.* Klaar Bewijs over het Onmogelijk der Oost- en Westvinding. Amsterdam 1703. 4°.
I.	1.		*W. Snellius.* Canon Triangulorum. L. B. 1626. 8°.
	2.		*W. Snellius.* Doctrina triangulorum. L. B. 1626. 8°.
VIII.	21.		**W. Snellius.* Cyclometricus. L. B. 1621. 4°.
IX.	1.	2, 3.	
XIV.	4.		**W. Snellius.* De re nummaria. L. B. 1613. 8°.
II.	4.		**M. Soeten.* Algemeene Manier tot het maaken van Zonnewijzers. Amsterdam 1710. 8°.
	6.		**M. Soeten.* Medulla Algebrae. Amsterdam 1702. 8°.
XVI.	9.		**M. Soeten.* Aanmerkingen op Daniel Waeywels Demonstratie. Amsterdam 1714. 4°.
I.	17.		**J. J. Stampioen.* Solutie op alle de Questien van Ezechiel de Decker. Rotterdam 1634. 4°.
XIII.	2.		**J. J. Stampioen.* Tabulae Sinuum, Tangentium et Secantium. Rotterdam 1632. 8°.
	2.		**J. J. Stampioen,* Kort Bij-voeghsel der sphaerischer Triangulen. Rotterdam 1632. 8°.
	15.		*J. J. Stampioen.* Problema Astronomicum et Geometricum. in plano.
VIII.	2.		**S. Stevin.* Instructie van de Ingenieurs-school te Leijden.
I.	4;		**S. Stevin.* De Thiende. Gouda 1626. 4°.
N.	α.		
XII.	9.		**J. H. van Swinden.* Grondbeginsels der Meetkunde. Amsterdam 1790. 8°.
	10.		**J. H. van Swinden.* Grondbeginsels der Meetkunde. Amsterdam 1816. 8°.
III.	30;		**G. Vega.* Thesaurus Logarithmorum completus. Lipsiae 1794. folio.
XI.	9.		
XIV.	20.		*Fr. Vieta.* Opera Mathematica. L. B. 1646. folio.
III.	1.		*Adr. Vlack.* Arithmetica Logarithmica. Gouda 1628. folio.

B.	A.	§	
III.	2.		*_Adr. Vlack._ Arithmetique Logarithmetique. Gouda 1628. folio.
	5.		_Adr. Vlack._ Magnus Canon Logarithmorum. Pekin 1731. folio.
	7.	3.	_Adr. Vlack._ Trigonometria Artificialis Goudae 1633. folio.
	8.		*_Adr. Vlack._ Tafels van Sinus, Tangentes, Secantes. 'sGravenhage 1661. 8°.
	9.		*_Adr. Vlack._ Tabulae Sinuum, Tangentium, Secantium. Hagae 1665. 8°.
	10.		*_Adr. Vlack._ Table de Sinus, Tangentes, Secantes. La Haye 1666. 8°.
	11.		*_Adr. Vlack._ Tables des Sinus, Tangentes, Secantes. Amstelredam 1665. 8°.
	12.		*_Adr. Vlack._ Tabellen der Sinuum, Tangentium und Secantium. Amsterdam 1673. 8°.
	13.		*_Adr. Vlack._ Tabulae Sinuum, Tangentium et Secantium. Amstelaedami 1681. 8°.
	14.		*_Adr. Vlack._ Tabulae Sinuum, Tangentium et Secantium. Amstelaedami 1742. 8°.
	15.		*_Adr. Vlack._ Tabulae Sinuum, Tangentium et Secantium. Amstelaedami 1784. 8°.
	17.		*_Adr. Vlack._ Tabellen der Sinuum, Tangentium und Secantium. Franckfurth 1738. 8°.
	18.		*_Adr. Vlack._ Tabellen der Sinuum, Tangentium und Secantium. Franckfurt 1748. 8°.
	19.		*_Adr. Vlack._ Tabulae Sinuum, Tangentium et Secantium. Francofurti 1757. 8°.
	20.		*_Adr. Vlack._ Tabellen der Sinuum, Tangentium, Secantium. Frankfurt 1763. 8°.
	21.		*_Adr. Vlack._ Tabellen der Sinus, Tangenten und Secanten. Frankfort 1790. 8°.
	22.		*_Adr. Vlack._ Tabulae Sinuum, Tangentium et Secantium. Lipsiae 1808. 8°.
	23.		*_Adr. Vlack._ Tabulae trigonometricae ac Logarithmicae. Lipsiae 1821. 8°.
	24.		_Adr. Vlack._ Ephemerides motuum coelestium. Goudae 1632. 4°.

B.	A.	§	
III.	6—11;		*Adr. Vlack.* Typographus pro si ipso.
N. B. III.			
N. B. III.			*Adr. Vlack.* Tafels van Sinus, Tangentes, Secantes. Amsterdam 1695. 8°.
V.	1.	2.	*C. J. *Vooght.* De Taafelen Sinuum, Tangentium en Secantium. Amsterdam 1685. 8°.
	2.	3.	*C. J. *Vooght.* De Taeffelen der Sinuum, Tangentium en Secantium. Amsterdam 1698. 4°.
	3;		*C. J. *Vooght.* De Taeffelen der Sinuum, Tangentium en Secantium. Amsterdam 1707. 4°.
N. B. V.			
V.	6.	4.	*C. J. *Vooght.* Quadrans Astronomicus et Geometricus. Amsterdam 1681. 4°.
	7.		*C. J. *Vooght.* Quadrans Astronomicus et Geometricus. Amsterdam 1714. 4°.
	8.		*C. J. *Vooght.* De nieuwe groote Lichtende Zee-Fakkel. Amsterdam 1682. folio.
	10.		*C. J. *Vooght.* De nieuwe groote lichtende Zee-Fakkel. Amsterdam 1788. folio.
	11.		*C. J. *Vooght.* Euclidis Beginselen der Meetkonst. Amsterdam 1695. 4°.
	12.		*C. J. *Vooght.* Nieuw Amsterdammer Graad-Boek. Amsterdam 1696. 8°.
	12.		*C. J. *Vooght.* Almanack van de Nieuwe stijl. Amsterdam 1676. 8°.
	13.		*C. J. *Vooght.* Nieuw verbeterd Graad-Boek. Amsterdam 1776. 8°.
	13.		*C. J. *Vooght.* Een kort Begrip van alle Langs- en Dwars-Courssen. Amsterdam 1776. 8°.
	13.		*(C. J. *Vooght.*) Stelkonstige Reeckening van Regenboog. 's Gravenhage 1687. 4°.
		9.	*C. J. *Vooght.* Lijst van werken tot 1797; volgens Johannes van Keulen.
VIII.	9.		* *G. A. Vorsterman van Oyen.* Notice van Ludolphe van Colen. (Rome 1868). 4°.
XVI.	7.		*D. *Waeywel.* Demonstratie wegens de Quadrature circuli. Amsterdam 1712. 4°.
	8.		*D. *Waeywel.* La demonstration sur la Quadrature du cercle. Amsterdam. 4°.

B.	A.	§	
XVI.	12.	6.	**D. Waeywel.* Tweede Demonstratie wegens de Quadratura circuli. Amsterdam 1714. 4°.
	14.		(*D. Waeywel*). Traité ou considérations mathematiques et impartiales. La Haye 1717.
XII.	17.		*Lucas Jansz. Waghenaer.* Spieghel der Zeevaerdt. Leyden 1584. folio.
	18.		*Lucas Jansz. Waghenaer.* Het tweede Deel van den Spieghel der Zeevaert. Leyden 1585. folio.
	19.		*Lucas Jansz. Waghenaer.* Pars Prima Speculum Nauticum. Leyden 1583. folio.
	20.		*Lucas Jansz. Waghenaer.* Pars Prima Speculum Nauticum. L. B. 1586. folio.
	22.		*Lucas Jansz. Waghenaer.* Desz Spiegels der Seefart von Navigation. Ambsterdam 1589. folio.
XI.	3.		**P. Wils.* Wiskonstige Wercken. Amsterdam 1654. 4°.
XI.	7.		**J. Wolfram.* Proeve van eene tafel ter ontledinge der getallen. (Haarlem 1755). 8°.
		3.	**J. Wolfram.* Die tafel der natürlichen Logarithmen. (Berlin 1778). 8°.
III.	33.		Calender of State Papers. 1837.
VIII.	14.		Corte onderrichtinge van de Jaer-Custinghe. Leyden 1599. 8°.
	1.		Les Délices de Leide. Leide 1712. 8°.
VI.	11.		Der Hamburgischen Kunst-Rechnungs Lieb- und übenden Societaet Kunst-Frücht. Hamburg 1723. 4°.
II.	13.		Nederlandsche Letter-Courant. Leiden 1760. 8°.
III.	26; N. B. III.		Regii Sanguinis Clamor. Hagae 1652. 12°.
N. B. III.			Regii Sanguinis Clamor. 2a Ed. Hagae. 1654.

VERBETERINGEN.

B. I. blz. 4,	regel 3	v.b.	*Doh-* ‖ *hé .. iohr*	*lees:*	*Don-* ‖ *nè....iour*
	„ 4		*reghe*	„	*regne*
	„ 5		*plhs*	„	*plus*
„ 7,	„ 1	v.o.	de eerste	„	de eerste uitgaven
„ 9,	„ 1	v.b.	*Lhyden*		*Luyden*
„ 18,	„ 23	v.b.	Steven		Stevin.
„ 20,	„ 23	v.b.	*Bibliopoae*		*Bibliopolae.*
„ 28,	„ 7	v.b.	Claisher		Glaisher
B. II. „ 38,	„ 2	v.o.	D ‖		‖ D
„ 41,	„ 8	v.o	oordeelkundi-		oordeelkundi- ‖
„ 42,	„ 12	v.b.	leera		leeraar
B. III. „ 2,	„ 1	v.o.	het	„	zijn
„ 6,	„ 5	v.o.	*quaecumqus*	„	*quaecumque*
„ 7,	„ 1	v.b.	Biggh	„	Briggii
	„ 5	v.b.	*perdusebam*	„	*perducebam*
	„ 10	v.b.	*acque*	„	*aeque*
	„ 11	v b.	*exepturos*	„	*excepturos*
	„ 11	v.o.	*Vivorum*	„	*Virorum*
„ 8,	„ 19	v.o.	*Nan*	„	*Van*
	„ 12	v.o.	Tanges	„	Tangēs
	„ 11	v.o.	„ Grad	„	n Grad.
„ 9,	„ 6,4	v.o.	AB 8	„	AB 1
„ 10,	„ 3	v.o.	Prostapherensivm	„	Prostaphaerensium
„ 11,	„ 18	v.b.	ut.	„	ut
„ 13,	„ 2	v.b.	*coclum*	„	*coelum*
	„ 8	v.b.	Regia	„	Regiae
	„ 9	v.o.	inexpetatum	„	inexspectatum
„ 14,	„ 16	v.o.	*eognoscere*	„	*cognoscere*
	„ 14	v.o.	*atqne*	„	*atque*
„ 15,	„ 6	v.b.	requianted	„	acquainted
	„ 12	v.b.	Briggh	„	Briggii
	„ 17	v.o.	*Trigonometria*	„	*Trigonometriā*
	„ 11	v.o.	trubis	„	tribus
„ 16,	„ 6	v.b.	istaq.	„	istaq;
	„ 16	v.o.	nons	„	nous
„ 17,	„ 11	v.b.	*palman*	„	*palmam*
	„ 8	v.o.	die	„	de
„ 19,	„ 18	v.o.	saused	„	caused
„ 20,	„ 4	v.b.	mandacis	„	mendacia

B. III.	blz. 20,	regel 8, 13 v.b.	*Annotationis*	*lees:*	*Annotationes*
		″ 19 v.o.	conviscarentur	″	confiscarentur
		″ 1 v.o.	anglia	″	Anglia
	″ 30,	″ 6 v.o.	ARBAR	″	ARBOR
	″ 32,	″ 14 v.b.	EMFNDATA	″	EMENDATA
		″ 17 v.o.	vermittelet	″	vermittelst
	″ 36,	″ 2 v.b.	naar	″	near
	″ 37,	″ 8 v.b.	Papeers	″	Papers
B. IV.	″ 39,	″ 19 v.o.	1707	″	1708
		″ 17 v.o.	1680	″	1660
	″ 50,	″ 19 v.o.	Book	″	Boek
	″ 53,	″ 6 v.o.	TAEEL	″	TAFEL
	″ 57,	″ 1 v.b.	en d	″	en de
	″ 58,	″ 4 v.b.	*yne*	″	*syne*
B. VI.	″ 79,	″ 9	*lees* $= 2\left(\frac{x-1}{x+1}\right)\left\{\left(\frac{x-1}{x+1}\right)^2+\frac{1}{3}\left(\frac{x-1}{x+1}\right)^4+\frac{1}{5}\left(\frac{x-1}{x+1}\right)^6+..\right\}$		
		″ 6 v.o.	$=\frac{6}{169}$	*lees:*	$=\frac{9}{169}$
		″ 3 v.o.	$=\frac{1}{3}$	″	$=1\frac{1}{9}=$
		″ 2 v.o.	$=\frac{1}{28921}$	″	$=\frac{1}{25921}$
	″ 80,	″ 13 v.o.	*Nans*	″	*Nam*
	″ 83,	″ 17 v.b.	Bestchend	″	Bestehend
	″ 87,	″ 8 v.b.	Ansprung	″	Ursprung
	″ 94,	″ 5 v.o.	18*)	″	12*)
B. VI.	A.1,2,3,4,		bijvoegen *)		
B. VII.	blz. 109,	″ 15 v.o.	*Cicruit*	″	*Circuit*
	″ 120,	″ 1 v.b.	woerachtig	″	waerachtig
B. VIII.	″ 132,	″ 2 v.o.	sittend =	″	sittende
		″ 1 v.o.	d'are	″	d'ar =
	″ 151,	″ 18 v.b.	diligentinimus	″	diligentissimus
	″ 152,	″ 1 v.b.	ang	″	lang
B. VIII. A 2,	blz. 157,	reg. 12 v.o.	blz.	″	blz. 69
A. 12,	″ 160,	″ 18 v.o.	irckels	″	Circkels
17,	″ 166,	″ 8 v.b.	SUPEPINTEN-	″	SUPERINTEN-
B. IX.	blz. 177,	regel 2 v.o.	arcus	″	arcu-
	″ 181,	″ 13 v.o.	in	″	en
		″ 10 v.o.	een	″	en
	″ 183,	″ 13 v.o.	appromixation	″	approximation
A. 1,	blz. 186,	reg. 11 v.b.	opdracht van	″	opdracht aan
B XI. A. 2,	″ 208,	″ 7 v.o.	astrolobium	″	astrolabium
4,	″ 210,	″ 12 v.o.	Gocdesbergen	″	Goedesbergen
B. XII,	″ 231,	″ 4 v.b.	liefhebbers	″	liefhebbers
A. 18,	″ 244,	″ 1 v.o	*Caneellariae*	″	*Cancellariae*
A. 29.	″ 249		bij te voegen in ″ 4o."		
A. 30,	″ 219,	″ 9 v.o.	in	″	in 8o.
B. XIII. A. 11,	″ 276,	″ 5 v.o.	FRANCINI	″	FRANCISCI
	″ 277,	″ 1 v.b.	HUGE II	″	HUGENII
A. 14,	″ 278,	″ 16 v.o.	cxcvi	″	cxlvi
B. XIV.	″ 287,	″ 16 v.o.	cum, sum	″	sum, cum
	″ 290,	″ 2 v.o.	worden	″	werden

B. XIV.	blz. 291,	regel 12 v.o.	*appendiicbus*	*lees:*	*appendicibus*
A. 9.	" 307,	" 16 v.o.	Josephem	"	Josephum
A.10.	" 307		bijvoegen *)		
B.XV.A.4,	" 324		MDXXVI	"	MDXCVI

NB. Een groot deel dezer drukfouten vindt men alleen in de afzonderlijke afdrukken, niet in de *Verslagen en Mededeelingen* zelve.

OVER

KIJKERS MET VERANDERLIJKE VERGROOTING.

DOOR

J. BOSSCHA.

Onder den naam van pancratischen kijker heeft de heer DONDERS een toestel beschreven, bestaande uit drie lenzen, waarvan de middelste ten opzichte der beide uiterste kan heen en weder bewogen worden. Door deze verplaatsing wordt de schijnbare grootte, waaronder de toestel een verwijderd voorwerp vertoont, binnen zekere grenzen gewijzigd. Doch dit middel heeft het nadeel, dat het oog des waarnemers zich bij verschillende standen van de middellens voor een anderen afstand moet accommodeeren en al spoedig niet meer in staat is, de verplaatsing van het beeld te volgen. Indien bijv. de toestel bij zekeren stand der middellens een werkelijke kijker is, die evenwijdig invallende stralen evenwijdig doet uittreden, zal hij ophouden in dien zin een kijker te zijn, zoodra de beweegbare lens verplaatst wordt.

Ten einde de stoornis, die hierdoor in het scherp zien ontstaat, niet al te hinderlijk te maken, is men genoodzaakt de verplaatsing der middellens binnen nauwe grenzen te beperken; maar de veranderingen der vergrooting, die met deze verplaatsing evenredig zijn, kunnen dan mede niet ver rijken.

Het onderzoek naar de wijze waarop drie lenzen zich ten opzichte van elkander moeten bewegen, opdat de brandpuntsafstand van het stelsel, in een der standen oneindig groot

zijnde, dit in alle andere blijve, geeft een eenvoudig middel aan de hand om dit bezwaar op te heffen.

Zijn namelijk drie lenzen, welker brandpuntsafstanden naar rangorde door φ_1, φ_2 en φ_3 worden aangeduid, gecentreerd opgesteld en is de afstand der beide eerste d_1, die der beide laatste d_2, dan is de hoofdbrandpuntsafstand f van het stelsel bepaald door de betrekking:

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{\varphi_1}+\frac{1}{\varphi_2}+\frac{1}{\varphi_2}-d_1\left(\frac{1}{\varphi_1\varphi_2}+\frac{1}{\varphi_1\varphi_3}\right)-d_2\left(\frac{1}{\varphi_1\varphi_3}+\frac{1}{\varphi_2\varphi_3}\right)+\frac{d_1\,d_2}{\varphi_1\,\varphi_2\,\varphi_3}$$

welke ook kan geschreven worden als volgt:

$$\left[d_1-(\varphi_1+\varphi_2)\right]\left\{d_2-(\varphi_2+\varphi_3\right\}=\varphi_2\left(\varphi_2-\frac{\varphi_1\varphi_3}{f}\right) \quad . \; . \; . \; (1)$$

Is de toestel een kijker dan is $f=\infty$ en mitsdien

$$\left[d_1-(\varphi_1+\varphi_2)\right]\left[d_2-(\varphi_2+\varphi_3)\right]=\varphi_2^2$$

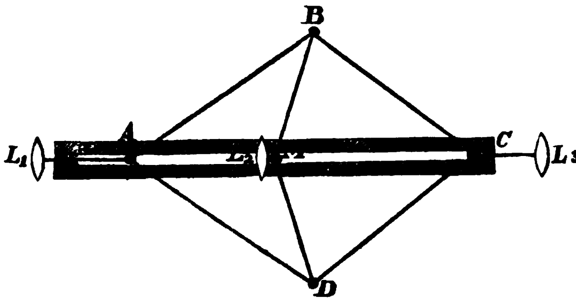
of

$$D_1\,D_2=\varphi_2^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (2)$$

wanneer D_1 den afstand beteekent van het achterste brandpunt der eerste lens tot het voorste brandpunt der tweede, en D_2 den afstand van het achterste brandpunt der tweede lens tot het voorste brandpunt der derde.

Deze betrekking wijst aan dat door enkele verplaatsing der middelste lens, waarbij D_1 en D_2 met gelijke waarden doch in tegengestelden zin veranderen, de voorwaarde niet kan vervuld worden, dat de toestel een werkelijke kijker blijve.

Men verkrijgt evenwel een toestel, waarin de drie glazen automatisch hunne afstanden naar eisch veranderen wanneer men de lenzen verbindt met de gelede ruit van PEAUCELLIER, een samenstel van zes door scharnieren verbonden stangen waarvan er vier, AB, BC, CD en DA eene ruit vormen en de twee [illegible] BM en DM de beide overstaande hoekpunten [illegible]m.



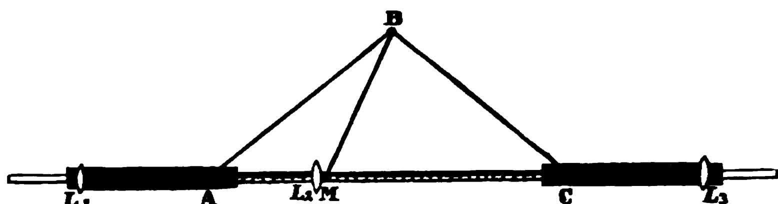
Wordt het scharnier M in de richting naar A of naar C bewogen, dan verandert de ruit van gedaante, in dier voege dat steeds de betrekking geldt

$$AM . MC = AB^2 - BM^2$$

welke met (2) overeenstemt zoo $AM = d_1 - (\varphi_1 + \varphi_2) = D_1$, $MC = d_2 - (\varphi_2 + \varphi_3) = D_2$ gemaakt worden. Plaatst men de middelste lens boven M, de eerste lens op een afstand $AL_1 = \varphi_1 + \varphi_2$ buitenwaarts van A, de laatste lens op een afstand $CL_2 = \varphi_2 + \varphi_3$ buitenwaarts van C, is verder de ruit van zoodanige afmetingen, dat wanneer BM en MD in elkanders verlengde vallen, $AM = MC = \varphi_2$ is, dan zal in elken vorm der ruit aan de betrekking (2) voldaan zijn en de toestel evenwijdig invallende stralen evenwijdig doen uittreden.

Dezelfde ruit kan dienen voor verschillende stelsels van drie lenzen, waarin de middelste lens dezelfde is. Om haar ook voor verschillende middellenzen in te richten heeft men slechts de armen BM en DM te verkorten of te verlengen, of ook de zijden der ruit de omgekeerde verandering te laten ondergaan.

Bij de heen en wedergaande beweging van M kan men òf het punt A òf het punt C vast doen blijven. In het eerste geval blijft het objectief, in het tweede blijft het oculair op zijne plaats. Is geen van beide vereischt, zoo kan men het punt M vast laten blijven en dan in plaats van eene gelede ruit eene krukbeweging aanwenden, zooals in fig. 2 is voorgesteld, waar de armen AB en BC, in B met de kruk BM verbonden, in hunne andere uiteinden A en C door schuifstukken gedwongen worden zich met de lenzen L_1 en L_2 over de lijn $L_1 M L_2$ te bewegen.



Men kan evengoed het optisch stelsel aan de voorwaarde laten voldoen, dat de brandpuntsafstand, hoewel niet oneindig groot, desniettemin standvastig bijv. $= a$ blijve. In dit geval moet

$$D_1 D_2 = \varphi_2\left(\varphi_2 - \frac{\varphi_1 \varphi_3}{a}\right)$$

zijn. Hiertoe is in de ruit

$$AB^2 - BM^2 = \varphi_2\left(\varphi_2 - \frac{\varphi_1 \varphi_3}{a}\right)$$

te maken.

De onderstelling dat de toestel een eigenlijke kijker met oneindig grooten brandpuntsafstand zij, brengt mede dat hij alleen dienen kan, wanneer een oneindig ver verwijderd voorwerp beschouwd wordt door een normaal oog zonder inspanning van accommodatie. Men kan het vraagstuk algemeener opvatten en bepalen hoe de buitenste lenzen zich ten opzichte der middelste moeten verplaatsen opdat een voorwerp, op gegeven afstand voor het eerste glas geplaatst, scherp gezien worde door een oog met bepaalden gezichtsafstand achter het derde; met andere woorden, opdat het beeld steeds op denzelfden afstand van het derde glas gevormd worde.

Noemen wij a den afstand van het voorwerp tot het eerste glas, b den afstand van het beeld tot het laatste, beide afstanden positief gerekend wanneer zij zich buitenwaarts van de uiterste glazen bevinden, is wijders f_1 de afstand van het eerste brandpunt tot het eerste glas, f_2 de afstand van het tweede brandpunt tot het laatste en eindelijk f de hoofdbrandpuntsafstand van het stelsel, dat is de afstand der brandpunten tot de overeenkomstige knooppunten, dan moet, gelijk bekend is,

$$(a-f_1)(b-f_2)=f^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

zijn. In een stelsel van drie lenzen is verder

$$f_1 = \varphi_1 \frac{D_2(D_1+\varphi_1)-\varphi_2^2}{D_1 D_2-\varphi_2^2}$$

$$f_2 = \varphi_3 \frac{D_1(D_2+\varphi_3)-\varphi_2^2}{D_1 D_2-\varphi_2^2}$$

$$f = \frac{\varphi_1 \varphi_2 \varphi_3}{D_1 D_2-\varphi_2^2}$$

waardoor, na eenige herleiding, de betrekking (3), ook aldus kan geschreven worden:

$$(D_1 D_2-\varphi_2^2)\left\{(D_1-C_1)(D_2-C_2)-\varphi_2^2\right\}=0 \quad \ldots \quad (4)$$

wanneer ter bekorting gesteld wordt:

$$C_1 = \frac{\varphi_1^2}{a-\varphi_1}; \quad C_2 = \frac{\varphi_3^2}{b-\varphi_3}.$$

De verplaatsing der lenzen geschiedt dus naar eisch wanneer òf

$$D_1 D_2 = \varphi_2^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

òf

$$(D_1-C_1)(D_2-C_2)=\varphi_2^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

De eerste voorwaarde (5) is in dit geval blijkbaar niet van toepassing. De tweede doet zien dat ook hier de ruit van PEAUCELLIER of de krukbeweging aan de glazen automatisch de vereischte verplaatsing zullen geven. De buitenste lenzen moeten thans op de afstanden

$$\varphi_1+\varphi_2+\frac{\varphi_1^2}{a-\varphi_1}$$

en

$$\varphi_2+\varphi_3+\frac{\varphi_3^2}{b-\varphi_3}$$

buitenwaarts van de uiterste hoekpunten der ruit verwijderd zijn.

Ook zonder de waarde van den afstand a en de gezichtswijdte b te kennen, kan men de juiste plaatsing der buitenste lensen door een kunstgreep gemakkelijk treffen.

Wij merken daartoe op, dat wanneer het voorwerp oneindig ver verwijderd is, de betrekking (6) wordt

$$D_1 (D_2 - C_2) = \varphi_2^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

gelijk zij voor een oog dat op oneindigen afstand scherp ziet, wanneer het voorwerp op een afstand a van het objectief verwijderd is, worden zou

$$(D_1 - C_1) D_2 = \varphi_2^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

Heeft men nu eenmaal de zijden en de dwarsarmen der ruit op de juiste afmetingen gebracht, zoodat $A M^2 - B M^2 = \varphi_2^2$ is, en is de voorste lens op een afstand $\varphi_1 + \varphi_2$ buitenwaarts van A geplaatst, dan zal men door het verschuiven der derde lens den stand kunnen opzoeken voor welken een zeer verwijderd voorwerp door het waarnemend oog scherp gezien wordt. Daar als nu, blijkens (7),

$$D_1 (D_2 - C_2) = \varphi_2^2$$

is, zoo bevindt de achterste lens zich ook in den vereischten stand om nabijgelegene voorwerpen scherp te zien.

Alleen de voorste lens moet hiertoe nog over een afstand C_1 verplaatst worden om aan de vergelijking (6)

$$(D_1 - C_1)(D_2 - C_2) = \varphi_2^2$$

te voldoen. Dit kan nu op dezelfde wijs geschieden als met de achterste lens.

Onder de vergrooting van kijkers verstaat men de verhouding tusschen de hoeken waaronder het voorwerp en het beeld worden gezien, het eerste beschouwd uit het middelpunt van het objectief, het tweede beschouwd uit het middelpunt van den zoogenaamden oogring.

Deze verhouding heeft in een stelsel van drie lenzen tot uitdrukking

$$V = \frac{D_2 (D_1 + \varphi_1) - \varphi_2^2}{\varphi_2 \varphi_3}$$

Is de toestel een ware, astronomische kijker en dus $D_1 D_2 - \varphi_2^2 = 0$ dan is

$$V = \frac{D_2 \varphi_1}{\varphi_2 \varphi_3}.$$

De vergrooting is mitsdien evenredig met den afstand der draaipunten M en C in de ruit. Kent men haar bedrag bij zekere waarde van D_2 dan is het voldoende bij eenigen stand der ruit D_2 te meten, om de vergrooting van den kijker in dit geval te kennen. Eene in gelijke deelen verdeelde schaal tusschen M en C kan in staat stellen de vergrooting rechtstreeks af te lezen.

Verstaat men onder de vergrooting van het optische stelsel de verhouding van de ware grootten van beeld en voorwerp dat bestaat er eveneens eene eenvoudige betrekking tusschen de vergrooting en den afstand MC.

Die verhouding V_1 is namelijk

$$V_1 = -\frac{b - f_2}{f} = -\frac{f}{a - f_1}$$

of, zoo wij hierin voor f, f_1 en f_2 hare waarden stellen

$$V_1 = -\frac{\varphi_3}{\varphi_1 \varphi_2} \frac{C_1}{C_2} (D_2 - C_2).$$

De verhouding V_1 kan dus hier daadwerkelijk op dezelfde eenvoudige wijze bij verschillende standen der ruit worden bepaald, als in het geval van den waren kijker de verhouding V der hoeken, waaronder beeld en voorwerp gezien worden.

In het *Mémorial de l'officier du Génie* n°. 18 (1868) bl. 350 en volgende, heeft PEAUCELLIER zelf eene toepassing beschreven van zijne ruit op kijkers met veranderlijke vergrooting. Zijn doel was een afstandsmeter te vervaardigen, die veroorlooft den te meten afstand rechtstreeks aan het werktuig af te lezen. Hiertoe diende een kijker welks objectief uit twee glazen bestond, waarvan het tweede kon achteruit geschoven worden. Alsdan kon bewerkt worden dat eene horizontale lijn van standvastige lengte, geplaatst op het punt van het terrein, welks af-

stand men meten wil, in den kijker gezien, begrensd wordt door twee vertikale draden in het brandvlak van het oculair gespannen. Uit de verplaatsing van de tweede objectieflens kon nu de te meten afstand rechtstreeks worden afgeleid, indien de beide lenzen werden verbonden met de gelede ruit, in dier voege, dat de tweede lens in het punt M was geplaatst. Door de verschuiving van het punt C over eene verdeelde schaal werd dan die afstand aangeduid. PEAUCELLIER voegt hierbij het volgende:

„Pendant la course du verre mobile qui peut atteindre jusqu'à 2 centimètres, la vision de l'image se trouble et nécessite par intervalles le rétablissement de la mise au point. Cette circonstance ne laisserait pas de prolonger la durée de l'observation, si on ne l'avait éludée en rendant l'appareil automoteur, c'est-à-dire en le dotant d'un organe particulier, maintenant sans interruption la coincidence du plan du réticule avec le plan focal variable de la lunette. Cet organe consiste dans un système articulé fort simple, dont les diverses parties sont déterminées de manière à satisfaire à la condition précitée. Il en résulte que malgré le déplacement de la lentille mobile, la vision conserve sa netteté et que l'observation se fait aussi rapidement que si l'image était fixe."

PEAUCELLIER heeft dus met behulp van zijne ruit en een tweeden niet nader beschreven toestel een dergelijk vraagstuk, als in dit opstel werd behandeld, op eene naar het schijnt iets meer samengestelde wijze reeds weten op te lossen.

OVER DE
SPECIFIEKE WARMTE VAN DEN VERZADIGDEN DAMP.

DOOR

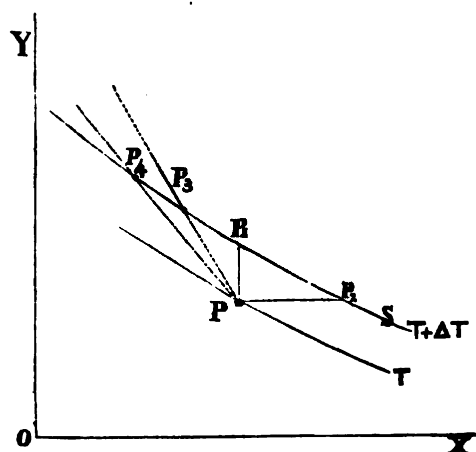
J. D. VAN DER WAALS.

§. 1. Als een der belangrijkste resultaten, waartoe de mechanische theorie der warmte in hare toepassing op stoomwerktuigen gevoerd heeft, wordt beschouwd het langs theoretischen weg ontdekte feit, dat er om verzadigden waterdamp te verwarmen warmte aan den damp onttrokken moet worden, als men namelijk tegelijkertijd zorg draagt het volume zoodanig te verkleinen, dat de damp verzadigd blijft. Vroeger had men met PAMBOUR aangenomen, dat een dergelijke toestandsverandering zonder uitwisseling van warmte, hetzij in positieven, hetzij in negatieven zin, plaats grijpt. Merkwaardig is het, dat schier tegelijkertijd RANKINE en CLAUSIUS het bovengenoemde feit ontdekten, en dat deze ontdekking een der eerste is, waartoe de mechanische theorie der warmte heeft geleid. Reeds in CLAUSIUS' eerste verhandeling: *Ueber die bewegende Kraft der Wärme*, wordt zij medegedeeld. Dat dit resultaat, in weerwil van de ingewikkeldheid van het verschijnsel, waarop het betrekking heeft, zoo vroeg gevonden is, is wel een bewijs dat de mechanische theorie der warmte haar oorsprong heeft gevonden in de begeerte, om, nadat de mechanische moeielijkheden bij de stoomwerktuigen overwonnen waren, haar physische werking te doorgronden.

Sedert is gevonden, dat niet alleen de waterdamp deze eigenschap heeft, maar ook andere verzadigde dampen. Alleen etherdamp, ten minste van de dampen, die men daaromtrent, hetzij theoretisch, hetzij praktisch onderzocht heeft, maakt een uitzon-

dering. Aan dezen moet bij een bovengenoemde toestandsverandering warmte medegedeeld worden. Het ligt voor de hand, dat, zoolang men niet een nadere aanwijzing kan doen, waarom etherdamp zich zoo verschillend gedraagt, men de wijze, waarop de andere dampen zich gedragen als de *wet*, en het gedrag van etherdamp als een *zonderlinge afwijking* moest beschouwen

In het volgende zal ik een poging beproeven om te doen zien, dat de meeste gewoonlijk voorkomende dampen zich als waterdamp moesten gedragen, maar dat het gedrag van etherdamp niet is een afwijking van een *wet* en dat hoogstwaarschijnlijk ook etherdamp niet alleen staat in die afwijking van wat wij hoogstens mogen noemen een tot hiertoe waargenomen *regel*.



§. 2. Denken wij ons een isotherme van den graad T en daarop een punt P, dat door zijn ligging den druk en het volume van de gewichtseenheid van den damp aangeeft. Zij de warmte noodig om de stof Δ T graden te verwarmen, gelijk aan Δ Q dan is $lim \dfrac{\Delta Q}{\Delta T}$ in het algemeen de specifieke warmte. Is ook geteekend de isotherme van den graad $T + \Delta T$, dan zal na de verwarming de toestand van de stof aangegeven zijn door een punt van deze isotherme, bijv. S. Maar aangezien de plaats van dit punt nog geheel willekeurig op deze isotherme kan gekozen worden, en de hoeveelheid warmte Δ Q met de

verandering van de plaats van dat punt ten nauwste samenhangt is $lim \frac{\Delta Q}{\Delta T}$ voor oneindig veel waarden vatbaar en wordt eerst bepaald, als men de plaats van het punt S heeft aangewezen. Onder al die waarden worden enkele bij voorkeur met den naam van specifieke warmte bestempeld, en door eene of andere bijvoeging van elkander onderscheiden. Wij zullen er 4 onderscheiden.

1°. als het punt S juist boven P in den stand P_1 ligt. In dit geval is het volume gedurende de verwarming standvastig gebleven, en noemt men

$$\left(\frac{\partial Q}{\partial T}\right)_v = c_v$$

de specifieke warmte bij standvastig volume.

2°. als de stand van S in P_2 is, op gelijke hoogte als P. Dan is de druk standvastig gebleven en wordt

$$\left(\frac{\partial Q}{\partial T}\right)_p = c_p$$

de specifieke warmte bij standvastigen druk genoemd.

Voor ik tot het noemen der twee anderen overga, deze opopmerking: Naarmate het punt S meer rechts van P_1 ligt, is de specifieke warmte grooter dan c_v; naarmate het meer links ligt daarentegen kleiner. Dit volgt onmiddellijk uit de in de mechanische warmtetheorie bekende vergelijking

$$dQ = c_v\, dT + A\, T \left(\frac{\partial p}{\partial t}\right)_v dv$$

of

$$\frac{dQ}{dT} = c_v + A\, T \left(\frac{\partial p}{\partial t}\right)_v \frac{dv}{dT}$$

In deze vergelijking toch staat te lezen, dat als $\frac{dv}{dT}$ positief is $\frac{dQ}{dT} > c_v$ en te grooter is naarmate $\frac{dv}{dT}$ grooter wordt. Het geval, dat de isotherme van lager temperatuur hooger ligt

dan die van hooger temperatuur ga ik, als hier niet van rechtstreeks gewicht, met stilzwijgen voorbij. Is $\left(\frac{d\,v}{d\,T}\right) < 0$ dan is $\frac{d\,Q}{d\,T} < c_v$ en te kleiner naarmate de absolute waarde van $\frac{d\,v}{d\,T}$ toeneemt.

Uit deze opmerking volgt, dat wij

3⁰. den stand van S zoodanig kunnen bepalen, dat $\frac{d\,Q}{d\,T} = 0$ is. Dan is de specifieke warmte $= 0$ en geschiedt de toestandsverandering langs adiabatischen weg. De plaats van het punt S wordt dan bepaald door

$$-\left(\frac{\partial\,v}{\partial\,T}\right)_Q = \frac{c_v}{A\,T\left(\frac{\partial\,p}{\partial\,T}\right)_v}$$

Laat die stand door P_3 worden aangeduid.

4⁰. Ligt het punt S nog meer links van P_1 dan P_3, dan zal de specifieke warmte negatief moeten zijn. Stelde nu P den toestand van verzadigden damp voor bij de temperatuur T en P_4 dien bij de temperatuur $T + \Delta\,T$, dan zal de specifieke warmte van den verzadigden damp negatief zijn, maar ligt P_4 daarentegen tusschen P_1 en P_3, dan is die specifieke warmte nog positief.

§ 3. Daar de limietstand van $P\,P_3$ de richting der adiabatische lijn in het punt P is, en evenzoo de limietstand van $P\,P_4$ de richting der *verzadigde damplijn* in het punt P, kunnen wij het hiervoor gevonden resultaat aldus uitdrukken: „de „specifieke warmte van den verzadigden damp is negatief, als „de adiabatische lijn in een punt van de verzadigde damplijn „steiler stijgt dan de damplijn; ze is daarentegen positief als „de adiabatische lijn minder steil stijgt."

In de hypothese van PAMBOUR lag dus de geheel willekeurige stelling opgesloten, dat de verzadigde damplijn tegelijkertijd een adiabatische lijn zou zijn, of een enveloppe van adiabatische lijnen.

Over den werkelijken stand van P_4, of die links of rechts van P_3 zal zijn, is zonder nader onderzoek niet te beslissen.

Wel voeren deze eenvoudige beschouwingen, als men in aanmerking neemt, dat de adiabatische lijn te minder van de isotherme afwijkt naarmate de verhouding $\frac{c_p}{c_v}$ te minder van de eenheid verschilt, reeds tot het denkbeeld, dat de omstandigheid, dat het punt P_4 tusschen P_1 en P_3 ligt en dat dus de specifieke warmte van den verzadigden damp positief is, juist bij die stoffen zal voorkomen, waar die verhouding weinig grooter dan de eenheid is. Dit denkbeeld wordt versterkt, als men ziet, dat bij etherdamp, ten minste de theoretische verhouding van $\frac{c_p}{c_v}$ kleiner is, dan bij ieder der andere dampen, die zich in de andere richting gedragen.

Het behoeft nauwelijks opgemerkt te worden, dat, daar rechts van de lijn $P\,P_4$ de punten liggen, die den onverzadigden toestand aanduiden, de adiabatische samendrukking bij waterdamp oververhitting ten gevolge heeft, bij etherdamp daarentegen condensatie teweegbrengt. Bij waterdamp en bij de dampen, die zich in dat opzicht gelijk gedragen, bestaat dus in werkelijkheid alleen dat deel der adiabatische lijn, dat naar boven gaat; bij etherdamp, en bij die, welke zich evenzoo mogen gedragen, daarentegen het naar benedengaande deel.

§ 4. Door CLAUSIUS is ter berekening van de waarde van de specifieke warmte van den verzadigden damp, de volgende formule afgeleid.

$$h = H + \frac{dr}{dT} - \frac{r}{T}$$

In deze formule stelt r de warmte voor, noodig om een kilogram vloeistof van T graden onder den druk van haar verzadigden damp te verdampen; T is de absolute temperatuur en H is de specifieke warmte van de vloeistof, als de druk gedurende de verwarming steeds gelijk gehouden wordt aan dien van den verzadigden damp. Daar H niet bekend is, wordt daarvoor gewoonlijk genomen de specifieke warmte van de vloeistof onder den standvastigen druk van één atmosfeer. Voor zoover dat verschil verwaarloosd kan worden, en bij geringen druk en geringe uitzetting der vloeistof, is dat zeker geoorloofd, en voor

zoover de waarnemingen van REGNAULT omtrent de afhankelijkheid der latente warmte van de temperatuur nauwkeurig zijn, stelt deze formule ons in staat onmiddelijk over het teeken van h te oordeelen, en de waarde er van te berekenen. De schaduwzijde van deze formule is echter, dat de grootheden, die er in voorkomen, in een of niet opgemerkt of te verwijderd verband staan tot de eigenschappen der dampen, waarover zij beslissing moet geven. Zij leert berekenen, maar beoogt geen verklaring. Zoo zegt bijv. ZEUNER in zijn bekend leerboek der mechanische warmtetheorie, als hij bovengenoemde formule alleen bij etherdamp een positieve uitkomst ziet leveren „Eine nähere „Erklarung dieser sonderbaren Abweichung lässt sich bis jetzt „nicht geben." Daarom kan het zijn nut hebben de voorwaarde voor het gedrag in den eenen of anderen zin uit te drukken in andere meer rechtstreeks op den damp betrekking hebbende grootheden, waaronder de specifieke warmte c_p en c_v zullen moeten voorkomen,

§ 5. Zal een damp zich verhouden als waterdamp, dan moet

$$\frac{dp}{du + d\sigma} > \left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_Q \text{ zijn}$$

Hierin hebben p en v en $\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_Q$ de bekende beteekenis, en stelt σ het vloeistofvolume onder den druk van den verzadigden damp voor en u de toename van dit volume als de geheele massa in damp is overgegaan, zoodat $u + \sigma$ het volume van den damp voorstelt Blijven wij bij niet al te groote drukking, dan is σ slechts een klein gedeelte van u en $d\sigma$ slechts een klein gedeelte van du, en kan als hooge benadering gelden de voorwaarde:

$$\frac{\frac{dp}{dT}}{\frac{du}{dT}} > \left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_Q \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (\alpha)$$

Herleiden wij deze vergelijking door voor $\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_Q$ in de plaats te schrijven $\frac{c_p}{c_v}\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T$ en nemen wij in aanmerking, dat

$$\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T = -\frac{\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v}{\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p} \text{ is}$$

dan kan voor (α) geschreven worden

$$\frac{A u \frac{d p}{d T}}{A p \frac{d u}{d T}} > -\frac{c_p}{c_v}\frac{\frac{T}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v}{\frac{T}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p} \quad \ldots\ldots (\beta)$$

waarin A het calorisch equivalent der warmte-eenheid voorstelt.
Maar

$$A u \frac{d p}{d T} = \frac{r}{T}$$

en

$$A p \frac{du}{dT} = -\left\{\frac{r}{T} - \frac{d(A p u)}{d T}\right\}$$

Zoodat (β) veranderd kan worden in

$$\frac{c_p}{c_v}\frac{\frac{T}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v}{\frac{T}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p} > \frac{1}{1 - \frac{T}{r}\frac{d(A p u)}{d T}} \quad \ldots\ldots (\gamma)$$

Voor dampen, die zich als etherdamp verhouden zal daarentegen

$$\frac{c_p}{c_v}\frac{\frac{T}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v}{\frac{T}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p} < \frac{1}{1 - \frac{T}{r}\frac{d(A p u)}{d T}}$$

moeten zijn.

§ 6. Voor een nauwkeurige berekening is de formule (γ) ten eenenmale ongeschikt. Daarvoor komen in haar voor verschillende grootheden, omtrent welker bedrag wij in het onzekere verkeeren. Maar wel kan zij dienen, als wij slechts de vraag stellen met zekeren graad van waarschijnlijkheid à priori van een damp te weten, of zij in den zin van waterdamp of van etherdamp zal afwijken; ten minste als wij ze toepassen bij niet grooten druk bijv. bij dien van één atmosfeer.

De in het tweede lid der vergelijking (γ) voorkomende grootheid $\frac{T}{r}\frac{d(A p u)}{d T}$ is n. l. altijd slechts een kleine grootheid en zelfs bij de verschillende dampen een nagenoeg evengroote. Zoo leveren de tafels van ZEUNER voor $\frac{T}{r}\frac{d(A p u)}{d T}$ bij den druk van een atmosfeer, bij water, ether, aceton, chloorkoolstof en zwavelkoolstof daarvoor de waarden 0,062, 0,061, 0,068, 0,072 en 0,069; zoodat voor dat tweede lid bij dien druk een waarde kan gesteld worden tusschen 1,07 en 1,08.

De grootheden $\frac{T}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v$ en $\frac{T}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$ zijn bij zoogenoemde volkomen gassen $= 1$, bij de werkelijk voorkomende gassen > 1. Omtrent de hoegrootheid van het bedrag boven de eenheid, maakt men zich echter bij verzadigde dampen onder niet grooten druk dikwijls overdreven voorstellingen, wij zijn in staat door de waarnemingen van REGNAULT het bedrag van beide grootheden te bepalen.

§ 7. Het bedrag van $\frac{T}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$ wordt gevonden langs den volgenden weg. Uit de in de mechanische warmtetheorie bekende vergelijking

$$d Q = c_p\, d T - A T \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p d p$$

leiden wij de volgende waarde voor h af:

$$\frac{d Q}{d T} = h = c_p - A T \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p \frac{d p}{d T}$$

mits voor $\frac{dp}{dT}$ de waarde in de plaats gesteld wordt, die dat quotient bij verzadigde dampen heeft nl.

$$\frac{dp}{dT} = \frac{r}{A T u}$$

en dus

$$h = c_p - \frac{r}{T}\left[\frac{T}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p\right]$$

een vergelijking, die door substitutie van de waarde van h voert tot de volgende

$$c_p - \left(H + \frac{dr}{dT}\right) = \frac{r}{T}\left\{\frac{T}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p - 1\right\} \quad . . . (\delta)$$

De vergelijking (δ) toont aan, dat de verwachting die onder anderen RANKINE had, dat $c_p = H + \frac{dr}{dT}$ is, alleen vervuld wordt als $\frac{T}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p = 1$ is. Bij waterdamp is voor den druk van een atmosfeer $c_p = 0{,}4805$ en $H + \frac{dr}{dT} = 0{,}305$. Uit dat groote verschil volgt echter nog volstrekt niet, dat verzadigde waterdamp van 100° zeer groote afwijkingen van de wetten der volkomen gassen vertoonen moet. Uit (δ) volgt

$$\frac{c_p - \left(H + \frac{dr}{dT}\right)}{\frac{r}{T}} = \frac{T}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial t}\right)_p - 1$$

Voor verzadigde waterdamp van 100° volgt uit $T = 373$ en $r = 536{,}5$

$$\frac{T}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p = 1{,}12.$$

De waarnemingen van REGNAULT voeren dus volstrekt niet

tot uitkomsten, zooals o. a. SIEMENS zou gevonden hebben, dat die waarde zelfs $>$ 5 zijn zou.

Bij andere dampen vindt men voor $\frac{T}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$ bij het kookpunt onder den druk van een atmosfeer:

etherdamp	1,18
aceton	1,25
chloroform	1,11
zwavelkoolstof	1,17

§ 8. Tot de kennis van de waarde van $\frac{T}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v$ komt men uit de waarnemingen van REGNAULT op de volgende wijze.

In het algemeen heeft men

$$\frac{dv}{dT}=\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_T\frac{dp}{dT}+\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p.$$

Bij verzadigden damp wordt dit gelijk aan

$$\frac{du}{dT}=-\frac{\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p}{\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v}\frac{r}{ATu}+\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$$

of

$$-Ap\frac{du}{dT}=\frac{r}{T}\frac{\frac{T}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_v}{\frac{T}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v}-\frac{Apu}{T}\frac{T}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p.$$

Na herleiding vinden wij

$$\frac{\frac{T}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p}{\frac{T}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v}-1=\frac{Apu}{r}\frac{T}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p-\frac{T}{r}\frac{d(Apu)}{\partial T}.$$

Bij verzadigden waterdamp onder den druk van een atmosfeer is de waarde van het tweede lid dezer vergelijking 0,022.

Bij etherdamp . . . . 0,046.
Bij aceton . . . . 0,042.
Bij chloroform . . . . 0,030.
Bij zwavelkoolstof . . . . 0,044.

Bij al deze dampen blijkt $\frac{T}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial t}\right)_v < \frac{T}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$ of zooals te verwachten was de uitzettings-coëfficiënt grooter dan de spannings-coëfficiënt.

Voor $\frac{T}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v$ vinden wij bij

waterdamp	1,10
etherdamp	1,13
aceton	1,21
chloroform	1,08
zwavelkoolstof	1,13

§. 9. Nu heeft men de gegevens, welke noodig zijn om de specifieke warmte bij standvastig volume te berekenen, door middel der vergelijking:

$$c_v = c_p - A\,T\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v$$

of

$$c_v = c_p - \frac{Apu}{T} \times \frac{T}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p \times \frac{T}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v \quad . . (\varepsilon)$$

Bij verzadigden waterdamp onder de spanning van een atmospheer is, volgens de hierboven berekende waarden het verschil van c_p en $c_v = 0,13$; terwijl, als men de berekening deed als bij volkomen gassen, dat verschil $= 0,11$ is; zoodat $\frac{c_p}{c_v} = 1,37$ is, terwijl de waarde zooals die o. a. door CLAUSIUS is opgegeven $= 1.3$ is.

Bij etherdamp is $c_p - c_v = 0,0345$, terwijl het theoretisch verschil $= 0,027$ is.

Maar in de verhouding $\frac{c_p}{c_v}$ geeft dit maar weder een kleine verandering; de ware verhouding is 1,08; de theoretisch berekende $= 1,06$.

Namen der dampen.	c_p	c_v volgens formule (ε).	c_v volgens theoretisch verschil	$\frac{c_p}{c_v}$	$\frac{c_p}{c_v}$ volgens kolom (3).	$\frac{\frac{c_p}{c_v}}{\left(\frac{c_p}{c_v}\right)}$
Waterdamp . .	0,4805	0,350	0,370	1,37	1,3	1,05
Etherdamp. . .	0,4797	0,444	0,453	1,08	1,06	1,02
Aceton	0,4125	0,363	0,378	1,14	1,09	1,04
Chloroform . .	0,1567	0,136	0,140	1,15	1,12	1,03
Zwavelkoolstof	0,1569	0.123	0,131	1,27	1,20	1,06
Benzin	0,3754		0,350		1,073	
Alkohol. . . .	0,4534		0,410		1,11	
Terpentijnolie.	0,5061		0,491		1,03	

§ 10. Keeren wij nu tot de vergelijking (γ) terug, dan hebben wij in de boven behandelde gevallen gezien, dat, wanneer wij voor het eerste lid

$$\frac{c_p}{c_v} \frac{\frac{T}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v}{\frac{T}{p}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p}$$

in de plaats stellen $\left(\frac{c_p}{c_v}\right)$ zooals deze in de 5de kolom voorkomt, wij een fout maken van gering bedrag. Dan hebben wij als voorwaarde, dat als $\frac{c_p}{c_v} < 1,07$ de damp zich als etherdamp zal gedragen; en als $\frac{c_p}{c_v} > 1.08$ daarentegen als waterdamp. Verschilt $\frac{c_p}{c_v}$ echter niet veel van 1.07 dan laat de vergelijking (γ) de zaak onbeslist, daar de fout, die wij door $\left(\frac{c_p}{c_v}\right)$ te nemen, begaan, zoowel in de eene als in de andere richting kan uitval-

len. Volgens voorgaande tabel is $\left(\frac{c_p}{c_v}\right)$ bij terpentijndamp $= 1{,}03$. Hier is dus grond voorhanden om te verwachten, dat damp van terpentijnolie zich als etherdamp zal verhouden.

Voor zoover ik weet zijn er omtrent den damp van terpentijn geen waarnemingen omtrent den samenhang van r met de temperatuur gedaan. Het kenmerk

$$h = \mathrm{H} + \frac{d\,r}{d\,\mathrm{T}} - \frac{r}{\mathrm{T}}$$

kan dus hier niet worden toegepast. Dat die damp zich echter in de aangegeven richting zal gedragen, wordt zeer bevestigd door de vergelijking van § 7.

$$h = c_p - \frac{r}{\mathrm{T}}\left[\frac{\mathrm{T}}{r}\left(\frac{\partial\,v}{\partial\,\mathrm{T}}\right)_p\right].$$

Immers daar $c_p = 0{,}5061$ en r door BRIX op 74, door DESPRETZ op 76,75 is bepaald, terwijl $\mathrm{T} = 273 + 157$, zou om h negatief te hebben

$$\frac{\mathrm{T}}{v}\left(\frac{\partial\,v}{\partial\,\mathrm{T}}\right)_p > 2{,}8$$

moeten zijn. Iets wat, met het oog op wat wij bij andere dampen zagen, hoogst onwaarschijnlijk is.

§ 11. Dat wij uit de vergelijking (γ) niet met volkomen zekerheid een besluit kunnen trekken, ligt daaraan, dat wij van de verschillende dampen niet weten, in hoever zij van de wetten der volkomen gassen afwijken. Die onzekerheid is echter niet zoo groot of wij kunnen wel het besluit trekken, dat bijv. die gassen, waarbij de theoretische waarde van $\frac{c_p}{c_v} = 1{,}41$ is, zich in den zin van waterdamp zullen gedragen. Hiertoe behooren stikstof, waterstof, zuurstof. Wanneer die gassen zich dus bij oorspronkelijk hoogen druk adiabatisch uitzetten, en zij zijn in den toestand van verzadigde dampen gekomen, zal bij verdere uitzetting een gedeelte condenseeren; en dat zij in den toestand van verzadigde dampen zullen komen, laat zich uit het feit,

dat de adiabatische lijnen in de punten der verzadigde damplijn sterker dalen dan de damplijn zelve met zekerheid verwachten. Gedroegen zij zich daarentegen als etherdamp, dan was die condensatie of in het geheel niet of slechts voorbijgaande te wachten.

Daar het CAILLETET gelukt is door adiabatische uitzetting die gassen ten minste gedeeltelijk tot vloeistof te brengen, zien wij een gevolg van de vergelijking (γ) bevestigd.

Nog verdient opgemerkt te worden, dat die dampen, waarbij de verhouding van c_p en c_v slechts weinig grooter dan 1,08 is, en waarbij vergelijking (γ) ons niet toelaat met waarschijnlijkheid een besluit te trekken, zich dan ook bij verschillende temperaturen verschillend in dit opzicht blijken te gedragen. Zoo volgt o a uit de tafels van ZEUNER, dat voor chloroform bij ongeveer 130^0 een overgangstemperatuur voor het verschijnsel zijn moet.

Bij 120^0 is $h = - 0,002$ en bij 130^0 $h = + 0,003$. Het is dan ook aan CAZIN gelukt proefondervindelijk aan te toonen, dat beneden 130^0 chloroformdamp zich als waterdamp, boven 136^0 zich als etherdamp gedraagt.

Bij alcohol geven de tafels van ZEUNER bij 140^0 eveneens $h > 0$.

Bij acetondamp is dit eveneens boven 175^0 te wachten.

§ 12. Op gelijke wijze als in § 7 een betrekking gevonden is tusschen c_p en h, kan door de vergelijking der mechanische warmtetheorie

$$dQ = c_v\, dT + A T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v dv$$

een betrekking gevonden worden tusschen c_v en h, en wel van den volgenden vorm:

$$c_v - h = \frac{T}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v \left\{\frac{r}{T} - \frac{d(A p u)}{\partial T}\right\}$$

wat evenwel geen nieuwe vergelijking is, maar die uit de vroegere zou kunnen worden afgeleid.

Na eliminatie van $\frac{T}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$ en $\frac{T}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v$ vindt men de volgende betrekking tusschen c_v en c_p

$$\frac{(c_p - h)(c_v - h)}{c_p - c_v} = \frac{\frac{r}{T} - \frac{d(Apu)}{dT}}{\frac{Apu}{r}} \quad \ldots (\delta)$$

een vergelijking, waardoor als c_p bekend is, en de gewone waarnemingen omtrent de spanning der verzadigde dampen en de latente warmte en de uitzetting der vloeistof verricht zijn, ook c_v kan gevonden worden. Nu is het à priori niet zeker, dat c_p onafhankelijk van temperatuur en dichtheid is. Integendeel heeft men grond om te verwachten, dat c_p evenals elke andere grootheid, die een eigenschap der lichamen betreft, een functie van p en T is. De waarnemingen van REGNAULT geven echter recht tot het besluit, dat de verschillen, die in c_p mochten bestaan, vallen binnen de grenzen van de nauwkeurigheid der waarnemingen.

De vergelijking (δ) op verzadigden waterdamp tusschen 0^0 en 200^0 toegepast, levert als men c_p steeds op 0,4805 stelt, slechts weinig verschil in de berekende waarde van c_v. Deze vergelijking kan ook aldus geschreven worden:

$$\frac{1}{c_v - h} - \frac{1}{c_p - h} = \frac{\frac{Apu}{r}}{\frac{r}{T} - \frac{d(Apu)}{dT}}$$

§. 13. Vatten wij het behandelde samen, dan meenen wij te hebben aangetoond:

1^0. dat het verschijnsel, dat verzadigde dampen bij adiabatische samendrukking gedeeltelijk zullen condenseeren, te wachten is, bij die dampen, waarbij $\frac{c_p}{c_v}$ slechts weinig van de eenheid verschilt. In het bijzonder hebben wij grond om te wachten, dat damp van terpentijnolie zich aldus zal gedragen.

2^0. dat uit de waarnemingen omtrent de spanning der verzadigde dampen en latente warmte en uit de kennis van c_p kan gevonden worden: de uitzettingscoëfficient, de spanningscoëfficient en de waarde van c_v voor de dampen in verzadigden toestand.

Amsterdam, December 1877.

OVER HET

CRITHMUM MARITIMUM DER NEDERLANDSCHE SCHRIJVERS.

DOOR

C. A. J. A. OUDEMANS.

In den *Prodromus Florae Batavae* (a⁰ 1850), p. 100, vindt men onder n⁰. 437, en dus in de doorloopende reeks onzer Nederlandsche indigenen, ook *Crithmum maritimum* vermeld, met de bijvoeging: „Aan de zeekust. ♃. Jul. Aug. (Cachrys maritima F. B. S., p. 242). (Zeeland GORT., p. 76) n. v. i."

De letters F. B. S. hebben betrekking op de *Flora Belgii Septentrionalis* van VAN HALL, waar men dan ook werkelijk op p. 242 van *Cachrys maritima* SPR. (gelijkluidend met *Crithmum maritimum*) vindt gewag gemaakt, alweder met verwijzing naar DE GORTER, die ze in Zeeland zou hebben aangetroffen. De letters n. v. i. beteekenen „non vidi indigenam", waarmede VAN DEN BOSCH, de samensteller van den *Prodromus*, te kennen wilde geven, dat hem geen exemplaar der plant, op Nederlandschen bodem geplukt, was onder de oogen gekomen.

Het werk van DE GORTER, waarop zoowel door VAN HALL als door den *Prodromus* gezinspeeld werd, was diens *Flora VII Provinciarum*, in 1814 te Utrecht in het licht gegeven. Op p. 76 aldaar, wordt *Crithmum maritimum* ons voorgesteld met de volgende toelichting:

„*Crithmum* foliolis lanceolatis carnosis. *Sp.* 354 n. 1.

Crithmum s. Foeniculum maritimum minus. *Bauh. pin.* 288. *Boerh. lugdb.* 1. p. 57.

Foeniculum marinum s. Empetrum s. Calcifraga *Lob. ic.* 392. Zee-Venkel, Zee-Peterselie. Belg.
In Zeeland."

Uit DE GORTER's voorrede vernemen wij, dat de letters *Sp.* betrekking hebben op de 13e uitgave der *Species Plantarum* van LINNAEUS, door MURRAY bewerkt. Aan dien schrijver ontleende hij de korte Latijnsche diagnose achter het woord *Crithmum,* terwijl de volgende regel ons den naam doet kennen, waaronder de door DE GORTER bedoelde plant in den *Pinax Theatri Botanici* van BAUHINUS en in BOERHAAVE's *Index alter plantarum quae in Horto Academico Lugduno-Batavo aluntur* stond opgeteekend. In de *Plantarum seu Stirpium Icones*, door PLANTIJN in 1581 uitgegeven en uit de werken van DE LOBEL getrokken, vinden wij de laatste zinsnede van DE GORTER (Foeniculum marinum, etc.) boven eene houtsnede, die, ook bij DODONAEUS te vinden, ons eene voorstelling geeft van de plant, welke al de genoemde auteurs op het oog hadden, en die volkomen past op het gewas, dat nog heden ten dage met den naam van *Crithmum maritimum* of *Cachrys maritima* wordt aangeduid.

Bij MURRAY, BAUHINUS en DE LOBEL — de schrijvers, door DE GORTER in de eerste plaats geraadpleegd — wordt noch van Zeeland, noch van eenige andere provincie in Nederland gesproken, als van eene plaats, waar *Crithmum maritimum* gevonden zoude kunnen zijn. BOERHAAVE echter, die gewoon was, in zijn *Index* al die planten met een † te teekenen, welke, zooals hij het noemde: „Indigenae Bataviae Stirpes" waren, plaatste dit teeken ook achter zijn „Crithmum sive foeniculum maritimum minus", maar zonder eenige nadere aanwijzing van de plaats, waar het bedoelde gewas zich zou hebben opgedaan.

Met het oog op deze feiten en op de bijzonderheid, dat DE GORTER, niettegenstaande hij de gewoonte had, de groeiplaatsen der door hem vermelde gewassen steeds zoo nauwkeurig mogelijk op te geven, echter van eene zoo belangrijke plant als *Crithmum maritimum* niets meer vermeldde dan dat zij in Zeeland gevonden was, rijst de vraag: of BOERHAAVE en DE GORTER laatstgenoemde wel ooit zelven in ons vaderland zagen

groeien, dan wel op een dwaalspoor gebracht werden door een anderen auteur, wiens woorden trouwens door hen ook wel verkeerdelijk konden zijn uitgelegd.

Na lang zoeken, meen ik er eindelijk in geslaagd te zijn aan te toonen, dat dit laatste werkelijk het geval is geweest, en wensch ik van het gevondene hier een kort en zakelijk verslag te doen.

Vooraf ga de opmerking, dat men bij alle oudste auteurs van naam over onze flora: een DODONAEUS, een DE LOBEL, een CLUSIUS, het door DE GORTER bedoelde *Crithmum maritimum* wel vindt afgebeeld, maar nergens met de bijvoeging, dat de plant in Zeeland, of ook zelfs in Nederland gevonden zou zijn. Ook bij PELLETIER, wiens zeldzaam werkje: *Plantarum tum patriárum tum exoticarum in Walachria, Zeelandiae insula, nascentium synonymia* in 1610 te Middelburg in het licht verscheen, wordt op p. 127 wel van *Crithmum maritimum* gesproken, ja zelfs een achttiental regels aan deze plant gewijd, maar zonder eenige zinspeling op hare aanwezigheid in Zeeland, of liever met de zijdelingsche verklaring: dat ons vaderland het gewas niet kon opleveren, zooals uit de woorden: „in petrosis non autem in sabulosis ut portulaca marina provenit" wel mag worden afgeleid.

Het werk, waarin ik de lang gezochte opheldering eindelijk vinden mocht, was „de Moufe-Schans" van PETRUS HONDIUS, in 1621, als tweede druk, te Leiden in het licht verschenen. Men heeft onder dien titel eene buitenplaats te verstaan, dicht bij Neuzen gelegen en door den predikant PIETER DE HOND bewoond, die, als vurig bewonderaar van al wat door de drie Rijken der Natuur werd opgeleverd, niet alleen botanische tochten ondernam, maar ook alle kruiden, welke slechts eenigermate — hetzij in ziekten of in de keuken — van nut konden wezen, op zijn uitgestrekt grondgebied kweekte en bestudeerde. De uitkomsten zijner onderzoekingen en overpeinzingen werden door HONDIUS in versmaat zijnen lezers aangeboden, en wel met zulk eene kwistigheid, dat het boek, 't welk wij thans op het oog hebben, een klein 8°. deel uitmaakt van 534 bladzijden, elke van 36 regels, en dat alles verdeeld in 10 „Ganghen" of Hoofdstukken, ten titel voerende: I. Het Ste-leven vergeleken by het buyten-leven; II. Buyten-Hof; III. Bloem-Hof; IV. Moes

cruyden; V. Ghenees-cruyden; VI. Spyse; VII. Oeffeninghe naer den eten; VIII. Oeffeninghe op t' cantoor; IX. Wandelinghe naer t' studeren; X. Morghenstont-werck. — In deze Hoofdstukken worden door den auteur niet minder dan 330 planten vermeld, welke hij, hetzij op zijne botanische uitvluchten in Zeeland gevonden, of op zijne buitenplaats ter kweeking had opgenomen, en daaronder nu ook, in het 6e Hoofdstuk, en wel op p. 211, het gewas, aan welks indigeniteit ten onzent deze regels gewijd zijn. De volgende verzen zijn daarop van toepassing:

„Petersely van de zee,
Vinde lanckst de kreken staen,
Binnen lande wel geree,
Sonder ver van huys te gaen,
Op de blicken, alst ons lust,
Buyten aen de watercust,
Vinden hoopwerck van s' gelijcken,
Of int vallen van de dijcken:
Die een ander mette voeten
Als onnutte veeck betrapt,
Wy ons lusten daer me boeten,
Daer elck een by ons naer snackt;
Om de Persil de la mer,
Die ons veel van t' Engels veer,
Wert gebracht, licht te vergeten,
Als wy dese voor die eten;
Is sy minder in haer crachten,
Danse doet uyt Engelant;
Meer misschien oock isse t' achten,
Die van selfs hier is geplant,
Om haer malsheyt ende smaeck,
Daer voor ick de vremde laeck;
Die gesouten boven schreven
Min is dienstigh voor ons leven."

Na al hetgeen vooraf is gegaan, is het wel niet te betwijfelen, dat Boerhaave en de Gorter beiden de „Moufe-Schans"

van Hondius gekend en daarin hunne opgaven hebben geput. En, kan tegen deze onderstelling geen geldig bezwaar worden aangevoerd, dan dient allereerst te worden onderzocht, hoe zij de „Zee-Peterselie" van Hondius met het *Crithmum maritimum* konden gelijkstellen, niettegenstaande gene op drooggevallen plaatsen aan de zeekust, en langs kreken en dijken in hare nabijheid, en deze aan de kusten van Engeland, Ierland, Frankrijk, enz., nooit anders als in rotsspleten werd aangetroffen.

Te dezen opzichte nu meen ik het naast bij de waarheid te komen, door aan te nemen, dat Boerhaave en de Gorter den Zeeuwschen dichter te veel bij het woord gevat en er niet op gelet hebben, dat de door hem gekozen Hollandsche naam minder diende om de botanische kenmerken of verwantschap zijner gunstelinge in het licht te stellen, dan wel om te kennen te geven dat de „Persil de la mer" uit Engeland hier, zoo al niet hare wederga, dan toch eene concurrente gevonden had, waardig om haar te vervangen, of wellicht boven haar te worden geprezen.

Vergissen wij ons niet, dan deed het woord „Petersely" hen aan eene Umbellifera denken, en verleidde hon de nadere omschrijving: „van de zee", naar eene plant te zoeken, wier soortelijke naam eveneens met de zee in verband stond, waaruit dan zou voortvloeien, dat het *Crithmum maritimum* hun was toegeschenen, aan de gestelde eischen wonderwel te voldoen. Eenige aanleiding tot hunne dwaling mag ook gelegen zijn in het feit, dat de uit Engeland afkomstige „Persil de la mer" van Hondius het ware *Crithmum maritimum* wel geweest konde zijn, daar laatstgenoemde plant, volgens Dodonaeus (Cruydt-Boeck a°. 161[illegible], p. 1103 b.), in Spanje door de woorden „Perexil de la Mar" werd aangeduid.

Indien nu onze voorgangers gedwaald hebben, dient de vraag gesteld, welke verklaring voor de hunne mag worden in de plaats gegeven, en daarop meenen wij gerustelijk te kunnen antwoorden: Hondius heeft zonder eenigen twijfel met zijn „Peterselie van de Zee" *Aster Tripolium* bedoeld. Slaan wij nl. het artikel *Crithmum* (het aangewezene ter verklaring van het „Persil de la mer" van Hondius) bij Dodonaeus op, dan blijkt, dat deze auteur met dien naam 3 verschillende planten

bestempelde, en wel 1°. *Crithmum maritimum* L. (Creta marina oft Zee Venckel), 2°. *Echinophora spinosa* L. (Stekende Creta marina), en 3°. eene Composita, waaraan de naam van „Derde Creta marina met geele bloemen" en, in den text zelven, nog daarenboven die van „Aster atticus marinus", „Crithmum Chrysanthemum" en „Zee-Sterrecruyt" gegeven werd. Daar nu de eerste dezer drie gewassen, zooals wij gezien hebben, in Zeeland, uit gebrek aan rotsen, niet groeien, en de tweede om hare stekelige bladen en distelachtige eigenschappen niet gegeten kan worden — daargelaten dat zij in Zuid-Europa te huis behoort, aan de boorden der Middellandsche Zee — zoo blijft er niet anders als de Composita over, waaraan de „Zee-Peterselie" van HONDIUS kan worden vastgeknoopt.

Tegen deze vastknooping bestaan twee bezwaren, nl. 1°. dat DODONAEUS die Composita, evenals zijne Zee-Venckel, verplaatst naar de zeekusten van Italië, Frankrijk en Spanje (p. 1103 b.), en ten tweede, dat onze *Aster Tripolium* wel eenigermate op haar gelijkt, maar toch in andere opzichten ook weer van haar afwijkt.

Ik meen echter dat die bedenkingen haar gewicht verliezen, als men in het oog houdt: 1°. dat er voor HONDIUS wel eenige reden kon bestaan om te vermoeden, dat genoemde Composita bij ons kon voorkomen, dewijl DODONAEUS ten opzichte van het ware *Crithmum maritimum*, de fout begaan had, ook Engeland niet op te noemen onder de gewesten, waar dat gewas was aangetroffen; 2°. dat zoowel het derde Crithmum of de „Aster atticus marinus" als onze *Aster Tripolium* (Cruydt-Boeck a°. 1618, p. 617) door DODONAEUS met den naam van Zee-Sterrecruyt bestempeld, en op de verwantschap tusschen die beiden nog daarenboven gezinspeeld werd door de woorden, op laatstgenoemde plant toepasselijk: „daerop schoone Bloemkens wassen, in heur middelste cruyne geel van verwen, maar rontom met schoon blaeuwe bladekens beset, de bloemen van Aster Atticus oft Sterrecruyt gelijckende;" 3°. dat onze *Aster Tripolium*, die reeds ten tijde van DODONAEUS (zie p. 618) „in de Zeeuwsche Eylanden" werd gevonden, en toen reeds bekend was om zijne voorliefde voor de „blicken" of slikken van den

tegenwoordigen tijd, op geene enkele plaats van het gedicht van HONDIUS genoemd wordt, niettegenstaande die auteur de namen van 330 verschillende planten vermeld, en *Aster Tripolium*, onder de in 't wild groeiende indigenen, wel in de eerste plaats zijne aandacht moest getroffen hebben; eindelijk 4°. dat *Aster Tripolium*, waar zij groeit, steeds in een groot aantal exemplaren wordt aangetroffen, en deze eigenschap in het vers van HONDIUS ook naar behooren werd in het licht gesteld.

Men zou zich eenigermate kunnen verwonderen, dat *Aster Tripolium* door HONDIUS als eetbaar wordt voorgesteld, doch in dit opzicht bedenke men, dat de Zeeuwsche dichter er zeer op gesteld was, alles wat daarvoor slechts eenigszins vatbaar scheen — en hiervan waren de in 't wild groeiende planten niet uitgezonderd — hetzij als sla, hetzij in gekookten staat of als toekruid, op zijne tafel te doen verschijnen; ja, dat hij zich daarop zelfs verhoovaardigde, zooals blijken kan uit de volgende versregels, aan p. 211 van zijn boekje ontleend en juist voorafgaande aan die, welke wij hierboven hebben afgeschreven:

»'t Is een botte vysicheyt,
En een vyse botticheyt,
Geen nieuw spijse willen eten,
Die wy voor ons dienstich weten."

Het ware *Crithmum maritimum* werd gewoonlijk, hetzij dan versch of in pekel ingelegd, met olie en azijn toebereid, als sla gegeten, en nu is het niet onmogelijk, dat HONDIUS de bladeren van *Aster Tripolium* op dezelfde wijze dienstbaar trachtte te maken aan de opluistering van zijn disch.

Ik mag niet ontveinzen, dat de gedachte ook bij mij is opgekomen, of HONDIUS met zijn »Peterselie van de zee" niet onze gewone Selderij (*Apium graveolens*) bedoeld mocht hebben; maar ik heb dat denkbeeld weder laten varen: 1° omdat deze plant wel op zilten kleigrond, maar niet op »blicken" of boven het water uitstekende — en dus, aan de kusten, opnieuw aan overstrooming blootstaande — plaatsen groeit; 2° omdat er in de werken van DODONAEUS en andere oude herboristen nergens op eenige verwantschap tusschen *Crithmum maritimum* en

Apium graveolens gedoeld wordt; 3°. omdat *Apium graveolens* bij DODONAEUS (p. 1087 b.) met den Franschen naam „Persil des marez" en niet „Persil de la mer" bestempeld wordt, en men veilig mag aannemen, dat HONDIUS, die predikant was en aan de Leidsche akademie gestudeerd had, het onderscheid tusschen „mer" en „marez" (= marais) wel gekend zal hebben; eindelijk 4°, omdat *Apium graveolens* bij HONDIUS op p. 187 onder den titel van „Jonckvroumercke" reeds in zijn gedicht was ingevoerd.

Ook aan *Halimus portulacoides* WALLR. en *Salicornia herbacea* L. meende ik niet te moeten denken, omdat beide planten, door HONDIUS „Souternelle" en „Crabbecruyt" geheeten, een tiental regels vroeger dan de „Petersely van de zee" in het gedicht als moesplanten waren ingevoerd, en men niet kan onderstellen, dat de dichter, onmiddellijk daarop, eene reeks van 24 regels aan eene dier planten zou gewijd hebben.

De uitkomst onzer beschouwingen blijft echter altijd deze: dat *Crithmum maritimum* nooit aan onze kusten gegroeid heeft; dat BOERHAAVE en DE GORTER hunne opgave aangaande de indigeniteit dezer plant aan HONDIUS ontleend, en eindelijk, dat zij de bedoeling van dezen dichter verkeerd begrepen hebben.

Uit een planten-aardrijkskundig oogpunt is die uitkomst niet onverschillig. In eene nieuwe uitgave van den Prodromus Florae Batavae, of in welk werk ook over de flora van Nederland, zal *Crithmum maritimum* niet meer genoemd mogen worden, en zoo zal dan het geval zich niet meer kunnen voordoen, dat de beoefenaren onzer flora, welke in een ruilhandel met personen uit andere landen betrokken zijn, onder de planten, welke in andere gewesten uit Nederland verlangd worden, allereerst het *Crithmum maritimum* vinden aangeteekend, als een bewijs van het wantrouwen, waarmede de juistheid der bepaling van deze soort ook buiten af werd aangezien.

SUR DEUX ESPÈCES INÉDITES

DE

CICHLOIDES DE MADAGASCAR.

PAR

P. BLEEKER.

(*Avec figures*).

J'ai pu examiner, par la bienveillance de M le docteur Fr. L. Pollen, une petite collection de Poissons de Manahare, sur la côte orientale de Madagascar, collection faite par M. AUDEBERT et qui ne manque pas d'intérêt, tant parce qu'elle contient trois espèces qui jusqu'ici n'étaient pas connues de cette grande île, que parce que de ces trois espèces deux sont inédites, dont l'une appartient à un genre nouveau de Cichloïdes et l'autre représente une nouvelle forme du genre Paretroplus, genre qu'on ne connaissait jusqu'ici que de la petite île de Nossité.

Il paraît que les espèces de Cichloïdes de la faune Madégasse sont toutes propres à cette faune, aucune des cinq espèces actuellement connues étant connue habitant de l'Afrique ou de l'Asie continentale. Je pense que les fleuves de Madagascar récèlent encore bon nombre d'autres espèces de la même famille, et les faits connus justifient l'opinion que les espèces à découvrir sont, elles aussi, différentes de celles de l'Afrique orientale.

Les espèces de la collection de M. AUDEBERT ne sont qu'au nombre de neuf, sav. Paratilapia Polleni Blkr, Paracara typhus Blkr, Paretroplus polyactis, Ambassir Commersoni CV., Holocentrum diadema CV, Ephippus tetracanthus (= Scatophagus

tetracanthus Günth.), Salarias striatomaculatus Kner Steind., Muraena virescens Peters (= Anguilla virescens Günth.) et Echidna variegata Forst.

De ces espèces celle de Paracara, de Paretroplus et de Salarias sont nouvelles pour la connaissance de la faune de Madagascar. J'en donne ici les descriptions et les figures.

Paracara Blkr (Gen. Chromid. novum).

Dentes: maxillis pluriseriati conici acuti serie externa fortiores, pharyngeales compressi acuti infra apicem emarginati. Corpus oblongum. Caput vertice, fronte, genis operculisque squamatum. Praeoperculum edentulum. Squamae capite et trunco antice cycloideae, trunco medio et postice ctenoideae, lateribus 30 circ. in serie longitudinali. Processus arcus branchialis 1[a] subelongati simplices antice denticulati. Pinnae dorsalis et analis alepidotae, dorsalis spinis 1° et radiis 10, analis spinis 3 et radiis 9. B. 5.

Paracara typus Blkr. Fig. 3.

Parac. corpore oblongo compresso, altitudine 3 et paulo in ejus longitudine, latitudine 2 circ. in ejus altitudine; capite acutiusculo $3\frac{2}{5}$ circ. in longitudine corporis, paulo longiore quam alto; oculis diametro 3 circ. in longitudine capitis, diametro 1 fere distantibus; linea interoculari rectiuscula; linea rostrofrontali declivi rectiuscula; rostro acuto non convexo, absque maxilla oculo breviore; osse praeorbitali parte humillima oculi diametro plus duplo humiliore; maxillis aequalibus, inferiore sat humili, superiore mediocriter protractili sub oculi margine anteriore desinente, 3 circ. in longitudine capitis; dentibus maxillis tri-ad quadriseriatis serie externa seriebus ceteris conspicue majoribus, leviter curvatis apice infuscatis; dentibus pharyngealibus compressis apice fuscatis conicis leviter curvatis infra apicem leviter emarginatis; ossibus pharyngealibus inferioribus sutura mobili unitis; labiis mediocribus; maxilla inferiore antice utroque latere poris 2 conspicuis; squamis capite et trunco

antice cycloideis, trunco medio et postice minutissime ctenoideis; fronte usque inter medios oculos squamata; praeoperculo integro squamis longitudinaliter quadri-vel subquinqueseriatis, limbo alepidoto; squamis interoperculo uniseriatis; squamis serie longitudinali regionem interocularem inter et spinam dorsi 1m 12 circ., angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis supra lineam lateralem 30 circ.; squamis serie transversa pinnam ventralem inter et pinnam dorsalem 16 circ. quarum 4 (1½) supra lineam lateralem; squamis ventralibus 15 circ. in serie longitudinali aperturam branchialem inter et basin ventralium; squamis linea laterali postice incisura valde superficiali aperta; linea laterali singulis squamis tubulo simplice notata, sub radio dorsali anteriore abrupta; pinnis dorsali et anali basi alepidotis; dorsali spinosa humiliore et minus duplo longiore spinis mediocribus postrorsum longitudine sensim accrescentibus posterioribus 2½ ad 2⅓ in altitudine corporis, membrana inter singulas spinas mediocriter incisa; dorsali radiosa obtuse rotundata corpore duplo circ. humiliore; pectoralibus obtusiuscule rotundatis capitis parte postoculari longioribus capite absque rostro brevioribus; ventralibus vix post basin pectoralium insertis pectoralibus non vel vix longioribus spina mediocri oculo vix longiore; anali dorsali radiosae forma, longitudine et altitudine subaequali, spinis mediocribus 3a ceteris longiore oculo vix longiore; caudali integra truncatiuscula capite absque rostro non vel vix longiore; colore corpore superne viridi inferne flavescente vel argenteo; iride violascente-viridi; operculo postice superne macula violacea vel profunde fusca; trunco fasciis 7 vel 8 transversis diffusis fascis intentitiis paulo ad non gracilioribus posterioribus 2 caudalibus; axilla superne macula fusca; lateribus regione postscapulari maculis 2 vel 3 irregularibus fuscis; pinnis pectoralibus flavescentibus, ceteris radiis flavescentibus membrana plus minusve fuscescente arenatis; dorsali basi spinam penultimam inter et radium primum ocello irregulari nigricante; caudali basi fusca.

B. 5. D. 12/9 vel 10. P. 2/12. V. 1/5. A. 3/8 vel 3/9. C. 1/14/1 et lat. brev.

Hab. Madagascar orientalis, in fluviis.

Longitudo speciminis unici 75‴.

Paretroplus Blkr. (Diagnosis reformata).

Dentes maxillis uniseriati conici obtusiusculi non lobati, parci, pharyngeales ex parte acuti ex parte obtusi facie masticatoria concavi. Os pharyngeale inferius triangulare linea media sutura solida simplex. Corpus oblongum valde compressum, squamis cycloideis (30 ad 37) in serie longitudinali vestitum. Caput vertice, fronte, genis operculisque squamatum. Maxillae breves, superior protractilis. Praeoperculum edentulum. Linea lateralis tubulis simplicibus notata. Pinnae, dorsalis et analis basi vagina squamosa inclusae, dorsali spinis 16 ad 19 et radiis 13 ad 19, analis spinis 9 et radiis 11 ad 16. Ventrales post basin pectoralium insertae. Caudalis radiis fissis 14. Processus arcus branchialis externi cornei conici breves. B. 5.

Paretroplus polyactis Blkr, Fig. 2.

Paretropl. corpore oblongo compresso, altitudine $2\frac{1}{2}$ circ. in ejus longitudine; latitudine $2\frac{3}{4}$ ad 3 in ejus altitudine; capite acutiusculo $3\frac{2}{3}$ ad 4 fere in longitudine corporis, paulo altiore quam longo; oculis diametro 3 ad 3 et paulo in longitudine capitis, minus diametro 1 distantibus; linea rostro-frontali ante oculos concaviuscula; linea interoculari rectiuscula; naribus ante oculi partem inferiorem perforatis, patulis; rostro acutiusculo cum maxilla oculo paulo ad vix breviore; osse praeorbitali parte humillima oculi diametro multo ad paulo humiliore; maxillis aequalibus parvis, superiore mediocriter protractili, ante oculum desinente, 4 circ. in longitudine capitis, postice lato superne valde emarginato; dentibus maxillis conicis obtusiusculis integris, intermaxillaribus utroque latere 6 vel 7 postrorsum longitudine decrescentibus, mandibularibus utroque latere 5 vel 6 inaequilongis symphysiali sequente minore; dentibus pharyngealibus seriebus externis compressiusculis apice conicis infra apicem leviter emarginatis, seriebus internis osseque inferiore posterioribus mediis corona obtusa concava; labiis sat carnosis; maxilla inferiore antice inferne poris conspicuis nullis; squamis frontalibus usque ante medium oculum extensis,

praeoperculo quadriseriatis, limbo praeoperculi nullis, interopercularibus bi-ad uniseriatis, operculo quadri ad quinque seriatis; squamis serie longitudinali regionem inter ocularem inter et spinam dorsi anteriorem 15 circ., trunco angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis 32 vel 33; squamis serie transversa pinnam ventralem inter et pinnam dorsalem 20 circ., 6 vel 7 initium lineae lateralis inter et spinam dorsi 1m, 4 supra lineam lateralem infra spinas dorsales medias; squamis ventralibus parvis 22 circ. in serie longitudinali aperturam branchialem inter et basin ventralium; squamis linea laterali postice partim incisis partim integris; linea laterali sub radiis dorsalibus anterioribus abrupta, cauda non vel tubulis solitariis aliquot tantum conspicua; vagina dorsalis et analis squamosa sat elevata; dorsali parte spinosa parte radiosa minus duplo longiore spinis mediocribus, posterioribus subaequilongis 3½ circ. in altitudine corporis, membrana inter singulas spinas mediocriter incisa leviter lobata; dorsali radiosa dorsali spinosa altiore obtuse rotundata, radiis praemedianis ceteris longioribus; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro non brevioribus; ventralibus acutis capite absque rostro non brevioribus; ventralibus acutis capite absque rostro brevioribus; anali parte spinosa et parte radiosa aequilongis, spinis validis postrorsum longitudine sensim accrescentibus spinis dorsalibus fortioribus sed non longioribus, parte radiosa parte spinosa altiore obtuse rotundata radiis praemedianis ceteris longioribus; caudali capite non vel vix breviore, leviter emarginata angulis acuta; colore corpore superne olivascente marginibus squamarum profundiore, inferne roseo-margaritaceo vel flavescente; iride violascente-viridi; trunco fasciis 7 transversis fuscescentibus diffusis interstitiis latioribus; pinnis violascente-hyalinis vel flavescente-hyalinis; imparibus plus minusve fuscescente arenatis.

B. 5. D. 16/17 vel 16/18 vel 16/19. P. 2/16 vel 2/17. V. 1/5.
A. 9|13 vel 9|14 ad 9/15 vel 9/16. C. 1/14/1 et lat. brev.

Hab. Madagascar orientalis (Manahare); in fluviis.

Longitudo 2 speciminum 67‴ ad 89‴.

Rem. On ne connaissait jusqi'ici du genre Paretroplus qu'une seule espèce, qui habite les eaux douces de la petite île de

Nossibé et que j'ai publiée sous le nom de Paretroplus Damii (Versl. Kon. Ak. Wet. 2e Reeks II p. 313 et Poiss. Madagasc. p. 13 tab. 4 fig. 3). Cette espèce est fort voisine de l'espèce de Madagascar, mais le Damii en est nettement distinct par la dorsale à 18 ou 19 épines et à 13 jusqu'à 15 rayons, par l'anale à 11 ou 12 rayons, par les 39 écailles sur une rangée longitudinale du tronc, par les 6 (5½) rangées longitudinales d'écailles entre la ligne latérale et les épines dorsales médianes, par la présence d'une grande tache axillaire noirâtre et par l'absence de bandes transversales du tronc. Les dents intermaxillaires aussi, dans le Damii, ne sont qu'au nombre de quatre ou cinq de chaque côté, et j'y trouve encore la dorsale épineuse du double plus longue que dans le polyactis.

Salarias striato-maculatus Kner Steind., N. Fisch. Mus. Godefroy, Sitz. ber. K. Ak. Wiss. LIV p. 368 tab. 1 fig. 4. — Fig. 3.

Salar. corpore elongato compresso. altitudine 7 fere in ejus longitudine, antice paulo altiore quam lato; capite truncato-convexo, 6 circ. in longitudine corporis, paulo longiore quam alto et lato; fronte convexa; rostro obtusotruncato vix ante frontem prominente; oculis diametro 3 circ. in longitudine capitis; vertice nuchaque cristis vel cirris nullis; orbita cirro tri-ad quinquefimbriato oculo non breviore; naribus anterioribus cirro fimbriato oculo breviore; labro superiorem nec crenulato nec fimbriato; maxilla inferiore caninis nullis; cute laevi, dorso striis vel rugulis numerosis confertis oblique postrorsum descendentibus parum conspicuis; linea laterali paulo post apicem pinnae pectoralis deorsum curvata, post anum inconspicua; pinna dorsali partem spinosam inter et radiosam profunde incisa, parte spinosa parte radiosa conspicue humiliore et multo breviore radio producto nullo, parte radiosa corpore sat multo humiliore postice cum basi pinnae caudalis unita: pectoralibus oblique rhomboideis rotundatis capite paulo longioribus, radiis omnibus simplicibus; ventralibus pectoralibus duplo circ. brevioribus; anali dorsali radiosa multo humiliore non cum

caudali unita, membrana inter singulos radios mediocriter incisa; caudali capite non vel vix breviore, obtusa, convexa, radiis fissis 9; colore capite, dorso lateribusque superne viride-violascente, lateribus inferne ventroque viridi-margaritaceo vel albido; cirris supraorbitalibus et nasalibus irideque violaceis; trunco fasciis pluribus transversis undulatis ex parte geminatis nigricante-violaceis, cauda in maculas irregulares decompositis; pinnis violascente-hyalinis; dorsali spinosa vittulis 3 horizontalibus fuscis, antice superne spinas 2 anteriores inter macula nigricante; dorsali radiosa radiis maculis parvis fuscis antice et superne series obliquas postrorsum descendentes, medio inferne et postice in series obliquas postrorsum adscendentes dispositis; anali dimidio inferiore violascente-fusca; caudali guttulis vel maculis parvis fuscis in series 5 circ. transversas dispositis.

B. 6. D. 13/21. P. 14. V. 1/3 (spina cum radio 1°. et radiis 2°. crasso cum 3°. gracili juxtapositione et cute communi unitis quasi simplicibus). A. 24. C. 1/9/1 et lat. brev.

Syn. *Salarias Dussumieri* Playf, Fish. Zanzeb. p. 77 n°. 385 (nec n°. 391, 62) tab. 9 fig. 7 (nec. fig. 6); Day, Fish. Ind. I p. 333 (ex parte) tab. 70 fig. 7.

Hab. Manahare (Madagascar orientalis).

Longitudo speciminis descripti 83‴.

Rem. L'individu décrit, bien qu'il présente quelques différences par rapport aux couleurs, aux proportions et aux formules, me paraît spécifiquement identique avec le Salarias striatomaculatus et avec les poissons cités publiés sous les noms de Salarias Dussumieri par M.M. Playfair et Day. L'individu de Madagascar a une épine et un rayon de plus à la dorsale et deux ou trois rayons de plus à l'anale que ceux décrits par les auteurs cités. Les rayons de la pectorale sont bien positivement tous indivisés et les ventrales se composent d'une faible épine et de trois rayons simples, mais l'épine étant enveloppée par la peau commune avec le premier rayon et le second rayon avec le troisième, la nageoire a l'air de n'être composée que de deux rayons.

La Haye, Septembr. 1877.

Fig. 1.



Fig. 2.

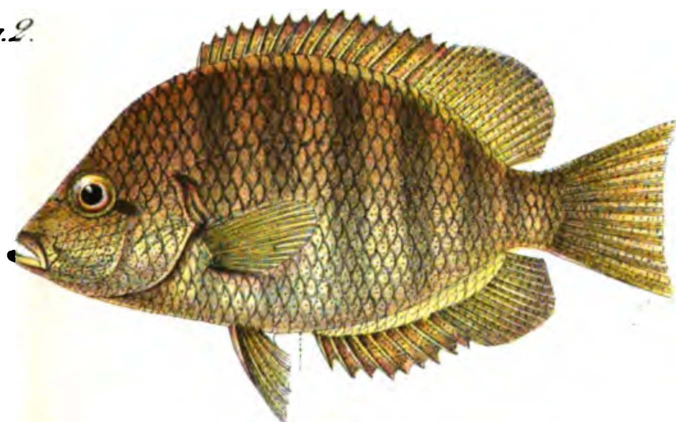


Fig. 3.



leeker. dir. L. Speigler, del. Lith. v. Emrik & Binger.

Fig. 1. Salarias striato-maculatus Kner Steind.
Fig. 2. Paretreplus polyactis Blkr.
Fig. 3. Paracara typus Blkr.

DESCRIPTION

DES ESPÈCES

INSULINDIENNES DU GENRE STIGMATOGOBIUS.

PAR

P. BLEEKER.



STIGMATOGOBIUS Blkr.

Corpus subelongatum antice subcylindraceo-compressum postice compressum. Caput obtusum convexum altius quam latum vel aeque altum ac latum, superne lateribusque squamatum. Nares anteriores tubulatae. Lingua non emarginata. Dentes maxillis pluriseriati fixi acuti; intermaxillares serie externa ceteris longiores; mandibulares serie externa non usque post medium maxillae ramum extensa, serie interna postsymphysiales canini. Dentes pharyngeales pluriseriati acuti leviter curvati. Isthmus valde latus Regiones nuchalis, thoraco-gularis et ventralis squamatae. Squamae trunco ctenoideae, 25 ad 30 in serie longitudinali. Pinnae: dorsales distantes, anterior spinis 6, posterior radiis 9; analis radiis 8 ad 10; ventralis basi infundibuliformis; caudalis obtusa. B. 5.

Lorsque j'établis ce genre (Archiv. néerl. sc. nat. T. IX p. 298) je n'avais examiné de l'espèce type que des individus où la dentition intermaxillaire était peu prononcée. L'examen de nombreux individus et, en partie, d'une taille plus forte que ceux examinés antérieurement, a permis de déterminer plus rigoureusement les caractères du genre. Les dents intermaxillai-

res sont bien positivement plurisériales, bien que celles des rangées internes soient très-petites, Par la dentition le genre s'approche donc des Gobies propres, mais il est distinct par la présence de canines mandibulaires postsymphysiales. Il se fait reconnaître aussi par les grandes écailles du dessus de la tête et du tronc et par la formule des nageoires dorsales et anales.

Je rapporte maintenant au genre Stigmatogobius cinq espèces insulindiennes qui se font nettement distinguer par les caractères exposés dans l'aperçu suivant.

I. Une grande écaile frontale antérieure impaire (caractère générique).

1. Dents mandilaires postérieures de la rangée interne plus grandes que celles des rangées medianes. Corps comprimé antérieurement. Ecailles du dessus de la tête s'avançant entre les orbites. Corps à 28 jusqu'à 30 écailles sur une rangée longitudinale à 8 ou 9 écailles sur une rangée transversale.

A. 8 ou 9 écailles sur une rangée entre le museau et la première dorsale.

a. Mâchoire inférieure plus longue que la supérieure. D. 6—1/7 ou 1/8. A. 1/8 ou 1/9. Flancs à points-noirs nettement dessinés.

1. *Stigmatogobius sadanundio* Blkr.

b. Mâchoires égales. D. 6—1/6 ou 1/7. A. 1/7 ou 1/8. Flancs sans points noirs. Une gouttelette brune sur le haut de la base de la caudale.

2. *Stigmatogobius isognathus* Blkr.

B. 13 écailles sur une rangée entre le museau et la première dorsale.

a. Mâchoire inférieure plus longue que la supèrieure. D. 6—1/7 ou 1/8. A. 1/7 ou 1/8. Corps sans taches ni points noirs. Base de la caudale à tache ronde et brune.

3. *Stigmatogobius singapurensis* Blkr.

II. Dents mandibulaires postérieures de la rangée interne fort petites presque imperceptibles. Corps cylindrique antérieurement. Corps à environ 26 écailles sur une rangée longitudinale, à 6 ou 7 écailles sur une rangée transversale. Mâchoire inférieure plus courte que la supérieure. A. 1/7 ou 1/8.

A. Joues et préopercule squameux. Première dorsale obtuse. Région postventrale inférieure à une rangée de quatre tâches brunes distantes.

4. *Stigmatogobius gastrospilus* Blkr.

B. Joues et préopercule sans écailles. Première dorsale pointue à deux bandelettes obliques noires. Région postventrale inférieure sans taches.

5. *Stigmatogobius amblyrhynchus* Blkr.

Stigmatogobius sadanundio Blkr.

Stigmatog. corpore subelongato compresso, altitudine $3\frac{3}{4}$ ad 4 in ejus longitudine absque, $4\frac{2}{3}$ ad 5 in ejus longitudine cum pinna caudali, latitudine $1\frac{1}{3}$ ad $1\frac{1}{2}$ in ejus altitudine; capite obtuso convexiusculo $4\frac{1}{3}$ ad 5 in longitudine corporis; altitudine capitis 1 et paulo ad $1\frac{2}{5}$, latitudine capitis $1\frac{2}{5}$ ad $1\frac{3}{4}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali convexa vel rostro convexa fronte rectiuscula; oculis subverticalibus lateraliter spectantibus, diametro 3 ad 4 in longitudine capitis, diametro 1 et paulo ad $1\frac{1}{2}$ distantibus; rostro convexo oculo multo breviore apice ante medium oculum vel ante oculi partem inferiorem sito; labiis mediocribus; rictu obliquo; maxilla superiore maxilla inferiore paulo breviore sub medio oculo vel sub oculi dimidio posteriore desinente; dentibus intermaxillaribus serie externa curvatis distantibus subaequilongis, dentibus mandibularibus serie externa intermaxillaribus serie externa paulo brevioribus, serie interna caninis postsymphysialibus erectis curvatis utroque latere 2 vel 1 et utroque ramo maxillae postice 3 vel 4 ceteris conspicue fortioribus; dentibus pharyngealibus, superioribus osse medio, inferioribus serie posteriore ceteris longioribus; squamis rostro, genis et capite inferne nullis, fronte, vertice, operculo et regione postoculari cycloideis magnis frontalibus autem ceteris majoribus; sulco oculo-suprascapulari conspicuo poro orbitae approximato; squamis nucha cycloideis, cetero trunco ctenoideis; squamis rostrum inter et dorsalem anteriorem 8 vel

9 in serie longitudinali anteriore impari ceteris majore totam regionem interocularem tegente; squamis 30 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 8 vel 9 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis lateribus antice medio et postice subaequimagnis; appendice anali oblonga brevi; pinnis dorsalibus non contiguis; dorsali spinosa acuta corpore multo ad non humiliore spinis 3ª et 4ª ceteris longioribus plus minusve extra membranam productis; dorsali radioso dorsali spinosa non longiore et non ad paulo altiore antice quam postice multo humiliore postice acutangula; pectoralibus obtuse rotundatis non filosis capite paulo brevioribus ad paulo longioribus; ventrali acutiuscula, capite paulo breviore; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtusa oblique convexa capite paulo longiore; colore corpore viridi; iride flava vel viridi margine pupillari aurea; lateribus media altitudine guttulis vel punctis magnis nigris 8 ad 10 distantibus in seriem regularem vel valde irregularem dispositis; pinnis dilute vel profunde roseis; dorsali spinosa fascia lata mediana nigricante vel fusca vel postice macula magna et antice guttula nigricantibus vel fuscis; dorsali radiosa et anali punctis magnis vel guttulis parcis sparsis nigris; caudali punctis magnis nigris sat numerosis in series transversas irregulares dispositis, basi vulgo guttulis aliquot majoribus; dorsali radiosa et anali insuper guttulis sparsis flavis.

B. 5. D. 6—1/7 vel 6—1/8. P. 18. V. 1—5. 5/1. A. 1/8 vel 1/9. C. 10/15/9 circiter.

Syn. *Gobius sadanundio* HB., Fish. Gang. p. 52, 366; Blkr Verh. Gen. XXV Nal. ichth. Beng. p. 102 tab. 2 fig. 2; Günth., Cat. Fish. III p. 29; Day, Fish. Ind. p. 296 tab. 63 fig. 10.

Gobius pleurostigma Blkr, Verh. Bat. Gen. XXII Blenn. Gobius p. 28; Günth., Cat. Fish. III p. 43.

Stigmatogobius pleurostigma Blkr, Esq. Syst. Gob. Arch. néerl. sc. nat. IX p. 323.

Puntang Javan.

Hab. Singapura; Java (Surabaya), in aquis fluvio-marinis.

Longitudo 42 speciminum 38‴ ad 85″.

Rem. Un nouvel examen des hnit individus du Bengale que je possède du Gobius sadanundio et de mes 33 spécimens de Java du Gobius pleurostigma, apprend que ce dernier n'est que une variation locale du premier, à gouttelettes ou points noirs des flancs disposés sur une seule rangée régulière. La première dorsale dans cette variation porte souvent une gouttelette noire vers le milieu de la première épine et souvent aussi une large bande longitudinale brunâtre ou noirâtre, tandis que les individus du Bengale, comme aussi un spécimen de Singapore, ont la première dorsale seulement marquée d'une large tache noirâtre occupant la partie postérieure de la nageoire. Les gouttelettes noirâtres de la seconde dorsale, sur les individus de Calcutta, sont moins rares que sur ceux de Java.

L'espèce est dite habiter aussi les îles Viti (Kanathia).

Stigmatogobius isognathus Blkr.

Stigmatog. corpore elongato compresso, altitudine 5 circ. in ejus longitudine absque, $6\frac{1}{2}$ circ. in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $1\frac{2}{5}$ circ. in ejus altitudine; capite valde obtuso convexo 4 circ. in longitudine corporis absque, $5\frac{2}{5}$ circ. in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis $1\frac{1}{2}$ circ., latitudine capitis $1\frac{3}{4}$ circ. in ejus longitudine; linea rostro-frontali convexa; oculis oblique sursum spectantibus, diametro $3\frac{3}{4}$ circ. in longitudine capitis, diametro $\frac{1}{2}$ circ. distantibus; rostro valde convexo oculo breviore apice ante oculi marginem inferiorem sito; labiis mediocribus; maxillis subaequilongis, superiore sub medio oculo desinente; dentibus intermaxillaribus serie externa curvatis mediis ceteris longioribus postrorsum et antrorsum longitudine sensim decrescentibus; dentibus mandibularibus serie externe subaequilongis, serie externa serie media longioribus postsymphysialibus et laterali postico caninis curvatis; genis rugis longitudinalibus conspicuis; sulco oculo-suprascapulari conspicuo poro majore orbitae approximato; capite superne post oculos squamato, ceterum (operculo forsan excepto) alepidoto; squamis rostrum inter et dorsalem anteriorem 9 circ. in serie longitudinali; squamis 28? in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin

pinnae caudalis, 8 vel 9? in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis mediis lateribus et caudalibus subaequimagnis; appendice anali elongata gracili; pinnis dorsalibus non contiguis; dorsali spinosa acutiuscula corpore multo humiliore, spinis 2ª et 3ª ceteris longioribus; dorsali radiosa dorsali spinosa altiore, antice quam postice humiliore, postice corpore non humiliore angulata; pectoralibus obtuso rotundatis, filosis, capite longioribus; ventrali acutiuscule rotundata capite non longiore; anali forma longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali rotundata capite longiore; colore corpore superne fuscescente-olivaceo; inferne dilutiore; iride violascente; fascia oculo-postmaxillari verticali fuscescente; pinnis, ventrali tota fere fusca, ceteris membrana hyalinis, radiis roseis vel aurantiacis; dorsali spinosa superne postice fusca, dorsali radiosa singulis radiis punctis 4 ad 6 fuscis series longitudinales, caudali singulis radiis punctis vel striis geminis 8 ad 10 fuscis series transversas efficientibus; caudali basi superne guttula fusca.

B. 5. D. 6—1/7. P. 15 vel 16. V. 1/5. 5/1. A. 1/7 vel 1/8 C 4 (13/4 circ.

Hab. Singapura; in mari.

Longitudo speciminis unici 48‴.

Rem. Cette espèce se fait aisément distinguer du sadanundio par la longueur égale des mâchoires, par un rayon de moins tant à la dorsale postérieure qu'à l'anale, par l'absence de points noirs sur les flancs, par la présence d'une tache brune sur le haut de la base de la caudale, par la forme plus allongée du corps et le profil plus convexe de la tête, etc.

Stigmatogobius singapurensis Blkr.

Stigmatog. corpore subelongato compresso, altitudine 4 circ. in ejus longitudine absque, 5 circ. in ejus longitudine cum pinna caudali; capite obtuso convexiusculo $3\frac{3}{5}$ in longitudine corporis absque, $4\frac{3}{5}$ circ. in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis $1\frac{2}{5}$ circ., latitudine capitis $1\frac{4}{5}$ circ. in ejus longitudine; linea rostro-frontali convexa; oculis latera-

liter spectantibus, diametro 3½ circ. in longitudine capitis, diametro 1 fere distantibus; rostro convexiusculo, oculo multo breviore, apice ante medium oculum sito; labiis mediocribus; rictu obliquo; maxilla superiore maxilla inferiore paulo breviore, sub medio oculo desinente; dentibus intermaxillaribus serie externa conicis curvatis distantibus mediocribus subaequilongis dentibus mandibularibus serie externa seriebus mediis longioribus symphysiali utroque latere canino erecto, serie interna postice 2 vel 3 inaequilongis dentibus seriebus mediis longioribus; genis rugulis longitudinalibus conspicuis; sulco oculo-suprascapulari poro conspicuo nullo; squamis capite superne et operculo, nucha, regione thoraco-gulari et ventre cycloideis, lateribus et cauda ctenoideis; squamis 13 circ. in serie longitudinali rostrum inter et dorsalem spinosam, squama interorbitali anteriore impari; squamis 30 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 8 vel 9 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis lateribus medio et cauda subaequimagnis squamis lateribus antice majoribus; appendice anali conica brevi; pinnis dorsalibus non contiguis corpore humilioribus; dorsali spinosa acutiuscula spinis 2ª et et 3ª ceteris longioribus; dorsali radiosa dorsali spinosa altiore obtusa postice quam antice non altiore; pectoralibus obtuse rotundatis non filosis capite paulo brevioribus; ventrali obtusiuscula pectorali paulo vel non breviore; anali forma longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtusa convexa capite non longiore; colore corpore superne olivascente inferne dilutiore; iride superne viridi, inferne aurea; capite corporeque vittis vel maculis conspicuis nullis; pinnis flavescente-hyalinis, dorsali spinosa medio fusca, dorsali radiosa, anali et caudali radiis punctis fuscescentibus variegatis, caudali media basi insuper macula majore rotunda fusca.

B. 5. D. 6 — 1/7 vel 6—1/8. P. 17. V. 1/5.5/1. A. 1/7 vel 1/8. C. 6/15/5 circ.

Hab. Singapura, in aquis fluvio-marinis.

Longitudo speciminis unici 47‴.

Rem. Le Stigmatogobius singapurensis a la forme trapue du

corps du sadanundio, mais on n'y voit pas les points noirs des flancs et il est différencié encore par son profil plus convexe, par un rayon de moins à l'anale, par la tache brane sur le milieu de la base de la caudale, et surtout par le nombre plus considérable d'écailles entre le museau et la première dorsale.

Stigmatogobius gastrospilus Blkr.

Stigmatog. corpore elongato antice subcylindraceo postice compresso, altitudine 5 fere in ejus longitudine absque, 6 et paulo in ejus longitudine cum pinna caudali; capite obtuso convexo 4 et paulo in longitudine corporis absque, 5 et paulo in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine et latitudine capitis $1\frac{1}{3}$ ad $1\frac{2}{5}$ in ejus longitudine; linea rostro frontali convexa; oculis oblique sursum spectantibus, diametro $3\frac{1}{2}$ ad $3\frac{3}{4}$ in longitudine capitis, diametro $\frac{1}{3}$ circ. distantibus; rostro valde obtuso convexo oculo breviore, apice paulo infra oculi marginem inferiorem sito; labiis carnosis; rictu parum obliquo; maxilla superiore maxilla inferiore vix longiore sub oculi parte posteriore desinente; dentibus maxillis serie externa seriebus ceteris longioribus, mandibularibus serie interna caninis postsymphysialibus erectis curvatis exceptis, omnibus parvis; genis rugulis longitudinalibus conspicuis; sulco oculo suprascapulari poro majore orbitae approximato; genis et praeoperculo squamatis; squamis capite, nucha, regione thoraco-gulari et ventre cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis 8 circ. in serie longitudinali regionem interocularem inter et dorsalem spinosam, 26 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 7 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis mediis lateribus caudaque subaequimagnis squamis lateribus antice majoribus; appendice anali conica brevi; pinnis dorsalibus non contiguis; dorsali spinosa rotundata corpore non humiliore spinis mediis ceteris longioribus; dorsali radiosa dorsali spinosa paulo altiore obtusa postice angulata; pectoralibus et ventralibus rotundatis capite brevioribus, pectoralibus non vel subfilosis; anali forma et longitudine dorsali radiosa subaequali eaque paulo humiliore; caudali obtuse rotundata capite

paulo longiore; colore corpore superne viridi, inferne dilutiore; squamis corpore plurimis macula parva fusca; regione postventrali inferne maculis 4 oblongis nigris majoribus; pinnis, ventralibus violaceis, ceteris aurantiacis; dorsali spinosa postice macula coerulea; dorsali radiosa, anali et caudali singulis radiis punctis 4 ad 7 fuscis variegatis.

B 5. D. 6—1/7 vel 6—1/8. P. 14. V. 1/5.5/1. A. 1/7 vel 1/8. C. 6/13/5 circ.

Syn. *Gobius gastrospilos* Blkr, Diagn. n. vischs. Batav., Nat. T. Ned. Ind. IV p. 477; Günth, Cat. Fish. III p. 43.

Blodokt Mal. Bat.

Hab. Java (Batavia); in mari.

Longitudo speciminis unici 40'''.

Rem. Cette espèce et la suivante se distinguent des trois précédentes par la forme cylindrique de la partie antérieure du tronc, par un nombre moindre des rangées d'écailles transversales et longitudinales et par les fort petites dents mandibulaires de la rangée interne. Les caractères spécifiques du gastrospilus se trouvent dans l'écaillure de la joue et du préopercule, dans la forme obtuse de la première dorsale et dans les quatres taches brunes postventrales.

Stigmatogobius amblyrhynchus Blkr.

Stigmatogob. corpore elongato antice subcylindraceo postice compresso, altitudine $4\frac{1}{3}$ ad $4\frac{1}{2}$ in ejus longitudine absque, $5\frac{1}{2}$ ad in ejus longitudine cum pinna caudali; capite obtuso convexo 4 circ. in longitudine corporis absque, 5 circ. in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine et latitudine capitis $1\frac{1}{3}$ ad $1\frac{1}{5}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali convexa; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 3 et paulo ad $3\frac{1}{2}$ in longitudine capitis, diametro $\frac{1}{3}$ ad $\frac{1}{4}$ distantibus; rostro valde obtuso convexo, oculo breviore, apice infra oculi marginem inferiorem sito; labiis carnosis; rictu parum obliquo; maxilla superiore maxilla inferiore vix longiore, sub oculi parte posteriore desinente; dentibus mandibularibus serie interna, caninis postsymphysialibus erectis curvatis exceptis, omnibus

parvis; genis rugulis longitudinalibus conspicuis; sulco oculo-suprascapulari pone majore orbitae approximato; genis et praeoperculo alepidotis; squamis capite, nucha, regione thoraco-gulari et ventre cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis 6 vel 7 in serie longitudinali regionem interocularem inter et pinnam dorsalem radiosam, 26 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 7 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis mediis lateribus caudaque subaequimagnis squamis lateribus antice majoribus; appendice anali conica acuta vel obtusa; pinnis dorsalibus distantibus; dorsali spinosa acuta corpore humiliore ad altiore, spinis 2ª et 3ª plus minusve extra membranam productis; dorsali radiosa corpore paulo ad non humiliore postice angulata; pectoralibus obtusiuscule rotundatis non vel vix filosis capite paulo ad non longioribus; ventrali rotundata capite non ad paulo longiore; anali forma altitudine et longitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata capite longiore; colore corpore superne profunde viridi vel olivaceo, inferne dilutiore; iride aureo-viridi; dorso lateribusque maculis parvis irregularibus fuscis variegata; pinnis flavescentibus; dorsali spinosa fasciis vel vittis latis 2 obliquis nigris; dorsali 2ª et caudali radiis punctis fuscis variegatis; ventrali interdum violascente.

B. 5. D. 6—1/7 vel 6- 1/8. P. 14 vel 15. V. 1/5.5/1. A. 1/7 vel 1/8. C. 7/13/5 circ.

Hab. Java (Batavia, Tjisekat) in fluviis et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 6 speciminum 38‴ ad 45‴.

Rem. Cette cinquième espèce du genre se fait reconnaître par l'absence d'écaillure sousoculo-préoperculaire, par la forme pointue et les bandelettes noires de la première dorsale, par l'absence de taches postventrales foncées et par son museau fort obtus.

La Haye, Février 1877.

SUR LES ESPÈCES DU GENRE

HYPOPHTHALMICHTHYS Blkr, CEPHALUS Bas (nec Bl. nec al.).

PAR

P. BLEEKER.

Dans un article intitulé: "Mémoire sur les Cyprinoïdes de Chine" (Verhand. Koninkl. Akad. Wetensch. 1871 Dl. XII), j'ai décrit et fait figurer deux espèces du genre Hypophthalmichthys sous les noms de molitrix et nobilis, sur des individus de Chine conservés au Muséum du Jardin des plantes. Les poissons avaient été étiquettés : Hypophthalmichthys Dabryi Guich. et Hypophthalmichthys Simoni Guich., mais croyant y reconnaître les Leuciscus molitrix et nobilis Rich je les décrivis comme des représentants de ces deux espèces. Et, en effet, en ne consultant que les descriptions et les figures de Richardson, prises sur des individus en herbier, et les diagnoses des deux formes dans le Catalogue of Fishes, il aurait été hasardé d'y voir des espèces inédites.

Tous récemment, dans un envoi de poissons de Chine, dont l'Administration du Musé Zoologique de Hambourg a bien voulu me confier la détermination, je trouvai deux espèces dont l'étude et la comparaison avec les descriptions et les figures du Mémoire sur les Cyprinoïdes m'ont fait revenir de mon opinion sur les Hypophthalmichthys du Musée de Paris. Le crois avoir retrouvé dans les poissons du Museum de Hambourg le vrai

Hypophthalmichthys molitrix et le vrai Hypophthalmichthys nobilis et devoir reclamer pour les deux espèces du mémoire susdit les noms de Dabryi et de Simoni proposés avant moi par Guichenot.

Le genre est des plus remarquables, non seulement par sa physionomie à yeux postérieurs et à abdomen comprimé en lame de couteau, mais aussi par l'appareil pharyngien à muqueuse gonflée et développée en larges plis spongieux, à os fénestré et à dents unisériales en forme d'ongles humains.

Les espèces sont remarquables aussi par les caractères que présentent l'appareil branchial, la forme et la dentition des os pharyngiens et la forme de la partie préventrale du ventre et se font distinguer encore par la longueur relative de la tête, des mâchoires et des pectorales, par la formule de l'écaillure et des rayons des nageoires, etc.

Les quatre espèces que j'ai pu examiner sont différencées par les caractères suivants.

I. Appendices internes de chaque arc branchial plus longs que les branchies et réunis en deux lames spongieuses. Os pharyngiens à de nombreuses stries transverses divisées en deux groupes par un sillon médian. Ventre comprimé en carène entièrement squameuse en avant et en arrière des ventrales; ces dernières implantées latéralement bien au-dessus de profil ventral. Ligne latérale beaucoup plus rapprochée des ventrales que de la dorsale. Environ 30 rangées d'écailles entre la ligne latérale et la dorsale, 13 à 15 entre la ligne latérale et l'insertion des ventrales.

a. Yeux non recouverts par les préorbitaires ou par les susorbitaires. Mâchoire supérieure plus longue que l'inférieure $4\frac{1}{3}$ fois dans la longueur de la tête. V. 2/7.

1. *Hypophthalmichthys molitrix* Blkr = Leuciscus molitrix Rich.

. Yeux recouverts en dessus par les préorbitaires et les susorbitaires. Mâchoire supérieure plus courte que l'inférieure, 4 fois dans la longueur de la tête. V. 2/6.

2. *Hypophthalmichthys Dabryi* Guich. = H. molitrix Blkr Mém. Cypr. Chine.

Quant à l'Abramocephalus microlepis (Sitzungsb. K. Ak. W. LX p. 302), qui n'est connu que par la description de M. Steindachner, il est possible qu'il soit de l'espèce du molitrix, mais M. Steindachner parlant d'une carène ventrale dénuée d'écailles, de 23 rangées d'écailles entre la ligne latérale et l'insertion des ventrales, et d'une tache triangulaire sans écailles au devant de la dorsale, il serait hasardé de l'y rapporter positivement. Le genre Abramocephalus est fondé surtout sur la carène pré- et postventrale sans écailles, mais la carène préventrale étant bien développée aussi dans le molitrix et le Dabryi (quoiqu'elle y soit couverte d'écailles et la dentition et les appendices des arcs branchiaux y présentant les mêmes caractères) le genre rentre parfaitement dans celui du molitrix, le type de l'Hypophthalmichthys. S'il y avait donc lieu à séparer génériquement le molitrix du nobilis, espèce à partie préventrale obtuse et horizontalement aplatie, c'est le dernier qui aurait du prendre un nom générique nouveau.

L'Onychodon mantschuricus Dyb. que je ne connais que par la diagnose, publiée dans les Verhandlungen der Zoolog. botan. Gesellschaft in Wien (XII p. 211), est rapporté par M. Dybosky au Cephalus mantschuricus Bas., et serait donc synonyme du molitrix, mais l'espèce mérite d'être mieux connue avant de l'y pouvoir rapporter définivement. M. Dybowski y parle aussi de 20 rangées d'écailles au-dessus de la ligne latérale, ce qui fait penser à l'Abramocephalus microlepis.

Basilewski dit de son espèce qu'elle habite aussi la Mantschurie et la Mongolie, qu'elle atteint une longueur de quatre pieds et que, pendant l'hiver, elle est importée à Pekin en grand nombre à l'état de congélation.

Hypophthalmichthys nobilis Blkr., Ichth. Arch. Ind. Prodr. II Cypr. p. 283 (nec Mém. Cyprin. Chine p. 85 tab. 14 fig. 2); Günth., Cat. Fish. VII p. 299.

Hypophth. corpore oblongo compresso, altitudine $3\frac{1}{3}$ circ. in ejus longitudine absque, 4 et paulo in ejus longitudine cum pinna caudali, latitudine corporis $1\frac{1}{5}$ circ. in ejus altitudine; capite acuto $2\frac{4}{5}$ in longitudine corporis absque, $3\frac{1}{2}$ circ. in

longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis $1\frac{1}{3}$ circ., longitudine capitis $1\frac{3}{4}$ circ. in ejus longitudine; linea rostro-dorsali fronte concava nucha convexa; linea interoculari valde convexa; osse supraorbitali non usque supra oculum producto, ovato-oblongo duplo circ. longiore quam lato; oculis posteris diametro marginem liberum inter 8 circ. in longitudine capitis, $4\frac{1}{2}$ circ. in capitis parte postoculari, diametris 4 circ. distantibus; rostro acuto depresso oculi diametro longitudinali plus duplo longiore, apice supra oculi marginem superiorem sito; naribus linea rostro-frontali approximatis, longe ab oculo remotis, posterioribus anterioribus majoribus; osse praeorbitali subpentagono angulis obtuse rotundatis, longiore quam alto dimidio inferiore crista longitudinali percurso; osse suborbitali 2° irregulariter quadrangulari duplo circ. longiore quam alto, antice quam postice plus duplo altiore; osse suborbitale 3° elongato triplo circ. longiore quam lato margine inferiore valde convexa; maxillis acie tenuibus; maxilla superiore inferiore paulo longiore vix protractili; ante oculum desinente, vix plus quam 3 in longitudine capitis; maxilla inferiore cochleariformi symphysi tuberculo subhamata, ramis latis sat distantibus margine interno subparallelis postrorsum tantum divergentibus; labiis tenuibus; sulco infralabiali brevi; praeoperculo et operculo radiatim rugosis, praeoperculo limbo inferne lacunoso; operculo duplo circ. altiore quam lato margine postero-inferiore rectiusculo; ossibus pharyngealibus gracilibus basi planis ante et post dentes fenestratis; dentibus pharyngealibus uniseriatis 4/4 apice quam basi latioribus valde compressis incisivis rotundatis, facie interne concaviusculis striis vel rugulis nullis, facie externa convexis laevibus obtuse carinatis; processubus arcuum branchialium anterioribus numerosissimis elongatis liberis, mediis arcu 1° tantum ramis branchialibus longioribus; apertura branchiali non usque sub oculo extensa; membrana interbranchiali latissima; osse scapulari obtuse rotundato; ventre ante pinnas ventrales lato inferne plano nullibi carinato medio sulco longitudinali lato superficiali, post pinnas ventrales acute carinato; cauda parte libera paulo longiore quam postice alta; squamis striis longitudinalibus nullis, angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis supra lineam lateralem in series 125

circ. infra lineam lateralem in series 100 circ. os scapulare inter et basin pinnae caudalis in series 90 circ. transversas dispositis; squamis 42 circ. in serie transversa pinnas ventrales inter et initium pinnae dorsalis, quarum 25 circ. supra lineam lateralem; squamis occiput inter et pinnam dorsalem 70 circ. in serie longitudinali; linea laterali valde curvata pinnae ventrali vix magis quam lineae dorsali approximata, singulis squamis tubulo simplico notata, antice valde declivi; pinna dorsali medio circ. ventrales inter et analem sita, radio 1° oculo quam basi pinnae caudalis paulo propiore, corpore multo humiliore, duplo fere altiore quam basi longa, acuta, non vel vix emarginata; pinnis pectoralibus acutis capite absque rostro non brevioribus basin ventralem longe superantibus radio 1° osseo lato; ventralibus ventre infimo insertis acutis capitis parte postoculari paulo brevioribus, analem non attingentibus; anali mox post anum incipiente dorsali sat multo longiore et sat multo humiliore, aeque longa ac antice alta, acuta, emarginata; caudali lobis acutis vel acutiusculis capite absque rostro non brevioribus; colore corpore superne viridi, lateribus aureo-viridi vel aureo-argenteo, inferne argenteo; iride flavescente; pinnis flavescentibus plus minusve fusco arenatis.

B. 3. D. 3/7 vel 3/8. P. 1/18. V. 2/8. A. 3/12 vel 3/13. C. 1/17/1 et lat. brev.

Syn. *Leuciscus nobilis* Gr., Rich., Ichth. Voy. Sulphur p. 100 tab. 63 fig. 3; Ichth. Chin. Rept. 15h meet Brit. Assoc. p. 295.

Cephalus Hypophthalmus Steind., Cephal. hypophth. in Verh. Zool. bot. Ges. Wien. XVI p. 283 tab. 4.

Hypophthalmichthys mandschuricus Kner, Zool. Reis. Novar. Fisch. p. 350 (nec syn. part.)

Hab. Shangai; in fluviis.

Longitudo speciminis descripti 470'''.

Rem. On doit la première connaissance du nobilis à Richardson. La figure qu'en publia l'éminent ichthyologiste, bien que pris sur un individu en herbier de 14 pouces de long, en rend assez bien, à l'écaillure près, les caractères externes, c'est-à-dire, la longue tête, la large fente buccale, les longues pectorales et les ventrales s'attachant au profil ventral.

M. Steindachner publia l'espèce de nouveau, et donna une figure plus exacte et plus belle et fit connaître les détails de son armure pharyngienne, mais il la croyait identique avec le molitrix en la nommant Cephalus hypophthalmus.

Kner aussi, en ajoutant plusieurs détails anatomiques, aussi par rapport à l'appareil branchial, la confondit avec le molitrix en la décrivant sous le nom d'Hypophthamichthys mandschuricus.

L'erreur de M. Steindachner et de Kner fut déjà relevée par M. Günther qui ne donna du reste des deux espèces que des diagnoses succinctes sans faire allusion aux caractères remarquables que présente la forme du ventre et les appareils branchial et pharyngien.

L'Hypophthalmichthys nobilis décrit et figuré dans le Mémoire sur les Cyprinoïdes de Chine, sur des individus appartenant au Muséum du Jardin des plantes, ne peut pas être non plus de l'espèce de Richardson. Bien qu'il présente les proportions de la tête et des pectorales, les appendices libres des arcs branchiaux, les os pharyngiens inférieurs bifénestrés et les dents pharyngiennes lisses sans stries transverses; du nobilis il est bien distinct par son ventre comprimé en carène au devant des ventrales, la carène se continuant en arrière bien au-dessous de l'insertion des ventrales, qui par conséquent sont implantées bien au-dessus du profil ventral. Cette espèce qui doit reprendre le nom de Simoni, proposé par Guichenot, est différencée encore par les yeux plus grands et qui ne sont pas recouverts en dessus par le préorbitaire et le susorbitaire, par la tête plus obtuse et plus courte, par la mâchoire supérieure plus courte et par un rayon de plus tant à la dorsale qu'aux pectorales et à l'anale. L'Hypophthalmichthys Simoni est une espèce à ventre du molitrix et à dentition pharyngienne et appareil branchial du nobilis.

Je pense que des recherches ultérieures démontreront l'existense de plusieurs autres espèces du même genre et qu'elles permettront aussi de se prononcer plus positivement sur celles, enrégistrées jusqu'ici sous les noms d'Abramocephalus microlepis et de Onychodon mantschuricus.

La Haye, Décembre 1877,

OVER DE

DOORDRINGBAARHEID VAN KLEI EN ZAND DOOR WATER;

NAAR AANLEIDING

VAN DE MEDEDEELINGEN VAN DEN HEER P. HARTING, IN DE VERGADERING VAN MEI 1877, EN VAN DE VROEGERE PROEVEN (1851—1853).

DOOR

T. J. STIELTJES.

In de Vergadering van 26 Mei 1877 heeft de heer P. HARTING eenige beschouwingen medegedeeld omtrent de mate van doordringbaarheid van zand en klei door water. Die beschouwingen waren gegrond op proeven, genomen in naauwe glazen buizen. Verder heeft de heer HARTING zich beroepen op vroegere uitgebreide proeven, genomen in 1851 omtrent de doordringbaarheid van kleisoorten, gelegen op groote diepten onder Amsterdam, en op waarnemingen omstreeks denzelfden tijd gedaan op Urk en te Gorcum.

De uitkomsten van de jongste proeven kwamen mij reeds bij de mededeeling zoo onwaarschijnlijk voor, dat ik ter loops de aandacht der vergadering op eenige punten meende te moeten vestigen, mij voorstellende later uitvoeriger daarop terug te komen. Verschillende bezigheden van anderen aard hebben mij belet in de maanden Julij en Augustus aan dit onderwerp mijn tijd te wijden. Eerst in de maand September was het nu en dan mogelijk mij daarmede bezig te houden. Men gelieve daarom het onvolledige der behandeling voor lief te nemen.

Achtereenvolgens wil ik in het kort mededeelen:

I. De uitkomsten, waartoe de heer HARTING gekomen is, en eenige bemerkingen daarop.

II. De meening van bekende ingenieurs, die veel op zand of aan zee gewerkt hebben, over deze zaak, berustende op wat de ondervinding geleerd heeft:

a. Bij polders in Zeeland.

b. Bij den bouw der Noordzee sluizen te IJmuiden.

c. Bij het doen van boringen in de duinen.

d. Bij de doorlekking aan de westzijde van de Haarlemmermeer.

e. Bij den bouw van kanaalvakken in ophooping, in Overijssel.

III. Mijne vermoedens over de oorzaak der verschillen, die tusschen de proeven in 't klein van den heer HARTING en de waarnemingen in 't groot der praktijk blijken te bestaan.

Eindelijk wil ik dan

IV. eene poging wagen tot het aangeven der middelen, op welke wijze nadere proeven, met grooter kans op waarschijnlijke uitkomsten, te nemen zouden zijn.

I. UITKOMSTEN DER PROEVEN VAN DEN HEER HARTING.

De proeven over de waterdigtheid der kleilagen onder Amsterdam, in 1851 genomen, zijn te vinden in de Verhandelingen der 1e klasse van het Koninklijk Nederl. Instituut over 1852, blz. 73—232. De proeven werden genomen met klei- en mergelsoorten, gevonden van 25.3 tot 61.2 M. onder A. P. Zij werden genomen in verticale buizen van 2.5 M. hoogte en 1 cM. middellijn bij verschillende dikten der kleikolom en der daarop drukkende waterkolom. Ook zijn vele proeven genomen omtrent den tijd, noodig om eene op klei drukkende waterkolom van 1.01 M. hoogte tot 0.99 M. hoogte te herleiden. Op blz. 213 en 214 trekt de waarnemer dan de volgende besluiten:

Blz. 213. „*Vooreerst*, dat er geene klei is, die in den vol„strekten zin ondoordringbaar kan genoemd worden, daar zelfs

„die, welke hier de onderste der lagen vormt, en enkel bestaat „uit deeltjes van schier moleculaire fijnheid, toch nog eene zeer „merkelijke doordringbaarheid voor water bezit."

„*Ten tweede* vloeit uit de genomen proeven de opmerkelijke „gevolgtrekking voort, dat elke bodemsoort haar eigen maximum „van moeijelijke doordringbaarheid bezit, dat is: dat eene laag „van zekere dikte het grootste weêrstandbiedend vermogen ten „opzigte van het doorzijgend water heeft, zonder dat dit weêr„standbiedend of den doorgang van het water vertragend ver„mogen toeneemt bij dikkere lagen van denzelfden bodem. Deze „eigenschap, hoe zonderling en onverklaarbaar zij ook schijnen „moge, is door te vele proeven telkens bevestigd, dan dat zij „betwijfeld zou kunnen worden." enz. enz. . . . .

Blz. 214: „*Ten derde.* De invloed dier hoogte van het water „blijkt uit de uitkomsten der proeven, reeds vermeld op blz. „155 en 156. Daaruit volgt dat men in het algemeen, zonder „groote fout, stellen kan, dat de hoeveelheid water, die in een „gegeven tijdbestek door eene kleilaag heendringt, in gelijke „verhouding toeneemt of vermeerdert met de toeneming of ver„mindering van de hoogte der daarop rustende waterkolom. Nu „is er gevonden dat, met de klei van N⁰. XI, de hoogte eener „waterkolom van gemiddeld één M. in 24 uren verminderd wordt „met 11.4 mm., dat wil zeggen, dat, indien de oppervlakte „der kleilaag 1 M^2 had bedragen, dan zouden er in 24 uren „11.4 liters doorgezogen zijn, derhalve op een hectare 114.000 „liters. Enz. enz."

De reeks nieuwste proeven, door den heer HARTING medegedeeld, geschiedde met *liggende* buizen van ruim 1.5 meter lengte tot eene totale lengte van ruim 10.6 M. met zand uit de heide bij Barneveld gevuld, en onderworpen aan de drukking eener waterkolom van 4.80 M. tot 3.80 M. hoogte afnemende, tengevolge van het opstijgen van 't water in eene buis tot 1 M. hoogte. De tijd en hoogte van opstijging door 1, 2, 3, 4, 5 of 6 liggende buizen werd aangeteekend en als uitkomst (blz. 317) medegedeeld: „bij eene zandbedding, die eene lengte heeft van „$7 \times 10.6 = 74.2$ M. zal het water dat onder genoemde „drukking in den zandbodem dringt, aan het einde nog eene „snelheid hebben, die het binnen eene besloten ruimte in

„5 × 822 minuten = 68.5 uren of 2 dagen en 20 uren, tot „1 M. hoogte zal doen stijgen."

Dit zou geven per etmaal 0.35 M. voor 3.8 M. drukhoogte; of volgens de vroegere proeven de doordringbaarheid aannemende als staande in regte reden tot de drukhoogte, voor 1 M. hoogte 0.09 M. per etmaal.

Om bij de Zuiderzee de oppersing van het water tegen te gaan zou (blz. 323, onderaan) eene kleilaag van 5.5 M. dikte noodig zijn. „Elke geringere dikte dan 5.5 M. komt mij min „of meer bedenkelijk voor, althans in de nabijheid van die pun„ten, waar het buiten- of boezemwater gemakkelijk in den „grond kan dringen."

II. DE MEENING VAN BEKENDE INGENIEURS, DIE VEEL OP ZAND OF AAN ZEE GEWERKT HEBBEN OVER DEZE ZAAK, BERUSTENDE OP WAT DE ONDERVINDING GELEERD HEEFT.

a. De heer J. F. W. CONRAD, thans hoofd-ingenieur, (vroeger ingenieur) in Noord-Holland, vroeger eerst ingenieur en in een later tijdperk hoofd-ingenieur in Zeeland, meldt mij omtrent de polders in Zeeland het volgende:

„De zoogenaamde rijpe schorren in Zeeland bestaan uit eene „laag klei aan de oppervlakte, dik 25 tot 40 cM; daaronder „bevindt zich vet zand, fijn zand en grover zand."

„Langs de zeezijde, waar de schorvorming het jongst is, „bestaat de kleilaag uit niet meer dan 25 cM. dikte, en op „die plaats wordt in den regel de dijk gelegd."

„De specie voor den dijk wordt gegraven uit de dijksput „(buitendijks) over 50 en meer M. breedte, tot zoodanige diepte „als noodig is om de vereischte specie te erlangen, hetgeen „meestal 1.50 tot 2 M. is."

„Langs de binnenberm wordt de bermsloot gegraven, diep „ongeveer 1.25 M."

„Zoowel tot het maken dezer sloot, als bij het graven der „dijksput, wordt de dunne kleilaag doorgraven, en wordt het „zeewater (in de dijksput) gestuit door de zandlaag, waarop de „dijk rust."

„Nimmer heb ik bij de vele in Zeeland bedijkte schorren „gehoord, dat er kwel plaats had door de zandlagen onder „den dijk.”

„De dijk rond den Elisabeth-polder in den mond van den „Braakman is voor een groot gedeelte der lengte op den zand„bodem aangelegd.”

„De dijk voor den Frederika-polder in Zuid-Beveland is op „twee plaatsen door vrij breede kreeken gelegd, waarvan de „bodem uit zand bestond. Geen rijswerk is daartoe gebruikt, „maar enkel zand, en de doorkwelling was gering.”

„Bij den Anna Paulowna-polder heb ik nimmer van kwel „gehoord, en dat er zeer zandige streken in dien polder zijn, „weten de eigenaars genoeg.”

Hierbij valt op te merken, dat sommigen van die polders in Zeeland, bij geringe breedte dwars op de kust, eene groote lengte in de rigting der kust hebben, en dus veel *dijkslengte* bij weinig *oppervlak.* Dit is juist de allerongunstigste toestand. Zoo heeft bijv. de Elisabeth-polder bijna 5000 M. buitendijk op slechts 255 H. A. oppervlak. De als een eiland gelegen Angelina-polder heeft omstreeks 6700 M. omdijking op slechts 230 H. A. oppervlak. Bij de geringste doorkwelling moesten zulke polders dus onhoudbaar zijn.

b. De hoofd-ingenieur WALDORP, die vroeger als ingenieur aan de boven-rivieren in Gelderland heeft gewerkt, en later bij de Noordzee sluizen de doordringbaarheid van duin- en zeezand kon leeren beoordeelen, vreest zeer de doordringbaarheid van grof zand en grind aan de boven-rivieren, en acht dit onder anderen een bezwaar bij een te graven kanaal van de Grebbe naar Dodewaard, dwars door de Betuwe; maar vreest *hoegenaamd niet* de doordringbaarheid van fijn zeezand. Bij gelegenheid eener bespreking over eene te graven buitenhaven te Cuxhaven, slechts door een dijk van de zee gescheiden, schreef hij mij onder dagteekening van 22 Julij 1877 het volgende:

„Het graven en drooghouden tot 6 — *) bij vloeden van „3 tot 6 M. +. is natuurlijk niet alles, het zou tusschen Op„heusden en Doodewaard eene totale onmogelijkheid zijn, zoo

*) Onder de oude nul van Cuxhaven of laag water bij springtij, zijnde ongeveer A.P.

»hoog rivierwaarts op, doch naar zee is het zand zóó fijn en digt, »dat het toch wel kan. Althans wij hebben achter de Noord- »zee-sluizen tot 8.80 M. ontgraven en voor het bouwen der »sluizen tot 11.10 M. onder A. P."

Bedenkt men nu dat de gewone eb daar daalt tot 1.00 M. — A P., de gewone vloed klimt tot 0.70 + A. P., en stormvloeden tot 2 à 3 M. + A. P., dan ziet men dat in het duinzand, dat onmiddelijk doorloopt tot in zee, is gegraven tot 10 à 12 M. *onder de vloed;* van daar dat de heer WALDORP durft aan te raden om hetzelfde te Cuxhaven te doen, waar de zandbodem doorgaat tot 5 à 6 M. onder de 0, dat daar de eb is, er dus 8 à 9 M. onder gewone, 11 à 12 M. onder stormvloeden.

De heer DIRKS, hoofd-ingenieur der Kanaal-maatschappij, gaf mij den 12den September 1877 de volgende inlichting: Het kanaal van de brug (toen dam) in den straatweg bij Velzen tot de Noordzee-sluizen, lang 3000 M. ongeveer, is gegraven tot 5.00 M. — A. P., met eenige daling naar de sluis, en daarbij droog gehouden door een stoomtuig van 80 paardenkrachten. Digt bij de Noordzee werd in de welputten zuiver drinkwater gevonden, dat tijdens de cholera epidemie van 1866 onderzocht en goed bevonden is. Uit de vier boringen blijkt dat de sluis en het kanaal geheel in 't zand gebouwd zijn. De duinen verheffen zich daar tot 10 à 20 M. + A.P.

Ware het zand zoo doordringbaar als de proeven van den heer HARTING aanwijzen, dan zou de bouw van de Noordzee-sluizen veel grooter bezwaren hebben moeten ondervinden.

c. De hoogleeraar HENKET deed in Julij 1866 eene waterpassing in de duinen tusschen Scheveningen en Wassenaar, en liet eene tweede waterpassing verrigten in die streek in November 1868, om te onderzoeken hoe diep het grondwater in die duinen bleef staan. De uitkomsten voor deze waterpassingen zijn op bijgaande profillen en stafkaart aangeduid *). Alvorens de uitkomsten dezer waarnemingen mede te deelen, herinner ik er aan, dat de toestand in het aanliggende Rijnland (uit de officieele verslagen) toen als volgt was.

*) De voornaamste gegevens uit die profillen zijn hierachter vereenigd in eene tabel.

In 1866 viel er in Rijnland 0.7055 M. regen en verdampte er eene waterhoogte van 0,27 M., zoodat er 0,4355 M. meer regen dan verdamping was (bl. 26).

Water ter ververscbing werd ingelaten van het begin van April tot in Augustus. In Mei, Junij en een klein gedeelte van Julij, dus in den tijd waarin bij matigen regenval de verdamping het sterkst is waargenomen, ontstond over geheel Rijnland behoefte aan ververschińg (bl. 30).

De boezemstanden te Katwijk, onder A. P., waren:

1866.	De middelbare.	De hoogste.	De laagste.
Mei	0.623 . . .	0.460 . . .	0.720
Junij	0.664 . . .	0.560 . . .	0.810
Julij.	0.534 . . .	0.400 . . .	0.670
Augustus . . .	0.580 . . .	0.480 . . .	0.730

(Zie bl. 40).

In 1868 was er slechts 0.423 M. regen tegen 0.411 M. verdamping, en bleven dus slechts 0.012 M. meer regen dan verdamping over. Terwijl 1866 meer tot de natte jaren behoorde, was 1868 een zeer droog jaar, (bl. 20). De inlating tot ververscbing heeft alles overtroffen wat welligt ooit bestond (bl. 22). Bijna 170 millioen M³ water werden (meest in Junij Julij en Augustus) ingelaten (bl. 23). De boezemstanden waren onder A. P. als volgt, te Katwijk:

1868.	De middelbare.	De hoogste.	De laagste.
Mei.	0.672 . . .	0.640 . . .	0.780
Junij	0.740 . . .	0.680 . . .	0.810
Julij.	0.769 . . .	0.670 . . .	0.880
Augustus . . .	0.741 . . .	0.600 . . .	0.870
September. . .	0.691 . . .	0.620 . . .	0.760
October	0.673 . . .	0.510 . . .	0.750
November. . .	0.573 . . .	0.400 . . .	0.860

Tijdens de waterpassingen en boringen, de eerste in de laatste dagen van Julij en de eerste van Augustus 1866, de laatste in November 1868, werd het water op de volgende hoogten boven A. P. en diepten onder den grond aangetroffen op

punten die op de aangegeven afstand van de zee of de boezemwateren gelegen waren:

Punten van waarneming.	Grondwater in de duinen. + A. P.	Grondwater in de duinen. — den grond	Boezemstand van Rijnland — A.P.	Afstand tot den boezem of tot de zee.	Verval in meters	Helling één op
Zuid-Oostzijde der vlakte van Waaldorp..				van den boezem		
In Julij 1866	1.43 à 1.76	2.20 à 2.50	0.58	500	1.96 à 2.29	255 à 219
„ Nov 1868	1.35 à 1.43	0.80 2 0.90	0.57	200	1.92 à 2.00	104 à 100
Bij de Meijendel.						
In Julij 1866	2.65 à 3.23	1:00 à 1.20	0.58	1350	3.18 à 3 76	424 à 360
„ Nov. 1868	3.17 à 3.25	1.00 à 1.50	0.57	1300	3.74 à 3.82	348 à 340
Bij de Bierlap.				van de zee		
In Julij 1866	3.00	0.80	0.53	2000	3.53	396
Bij het Wassenaarsche slag.				van den boezem 1400		
				van de zee		
In Julij 1866	7.16 à 7.69	1.50 à 5.50	0.58	1000	7.69 à 8.22	
Oostzijde der Berkheide.				van de zee		
In Julij 1866	7.93 à 7.97	1.00 à 2.50	0.58	1300 à 1800	8.46 à 8.50	142 à 141
Bij de Doorndel.				van den boezem 1200		
In Julij 1866	5.17 à 5.39	2 50, 1.00 à 7.00	0.58		5.70 à 5.92	

De helling naar zee is niet opgegeven, omdat het moeijelijk te zeggen is, welke der zeestanden van

0.921 + A. P. bij vloed in Julij 1866
0.564 — A. P. „ eb „ „ „

of van

0.936 + A. P. bij vloed in November 1868
0.556 — A. P. „ eb „ „ „

daarbij tot grondslag moet worden aangenomen.

Opmerkelijk is het dat op de plaats, waar de beide waterpassingen van 1866 en 1868 digt bij elkander leggen (in 't midden slechts 400 M.) de waterpeilen waren:

	Bij Duinzigt en vlakte van Waalsdorp.			Oude Rijs.			Meijendel.
In 1868 (droog jaar)	1.664 +	1.354 +	1.485 +	2.833	+		3.217 +
„ 1866 (nat „)	1.35 +	1.76 +	1.48 +	2.92 +	2.88 +	2.68 +	3.23 +

zoodat het jaargetijde niet veel invloed schijnt uit te oefenen.

Volgens mededeeling van den heer WALDORP daalde het water in het bovenpand der Haagsche waterleiding, in de droogste tijden van 1876, nimmer lager dan tot 1.00 M. + A. P. Toch was toen de boezemstand van Delfland 0 40 à 0.50 — A. P. dus 1.40 à 1.50 M. lager.

d. Bij de droogmaking van de Haarlemmermeer is aan de westzijde een gedeelte van den ringdijk op zand gelegd, juist daar waar aan de westzijde de hooge zandgronden zich tot de duinen uitstrekken. Door de medehulp van den heer dijkgraaf VAN DE POEL en den ingenieur ELINK STERK ben ik in staat daaromtrent het volgende mede te deelen.

Het meest water doorlatende gedeelte is gelegen van ongeveer de *Cruquius* tot bij Bennebroek, en is omstreeks 3000 M. lang. De commissie tot onderzoek naar de middelen tot verbetering van den toestand van den Haarlemmermeerpolder (D. J. STORM BUYSING, J. P. VAN DEN BERG JR., A. A. C. DE VRIES ROBBÉ, P. VAN DER STERR en J. LEGUIT), die den 8sten October 1858 verslag uitbragt, deed vier boringen verrigten, waarvan de uitkomst in nevensgaande profillen te zien is. Er werd gevonden:

In boring 1 zand met schelpen van 5.27 tot 5.57 M. — A.P. Dieper kon door het toeschieten van zand niet geboord worden.

In boring 2 zand van 3.85 tot 4.00 M. — A. P. en zand met schelpen tot 6.42 M. — A. P.

In boring 3 zand met schelpen van 5.55 tot 8.90 M. — A. P.

In boring 4 zand met schelpen van 4.40 tot 6.70 M. — A. P.

Zij schatte de lengte der ondigte grondlaag op 6000 M.

De Spaarnetogt bij de Cruquius ligt binnenwaarts van het sterkst lekkend gedeelte, en ontvangt door dwarssloten, die tot digt aan den dijk loopen, het water bovendien van omstreeks 136 H. A. De genoemde commissie vondt in Julij 1857, (bl. 18) „dat over den dam in den Spaarnetogt bij den Cru„quius, het water nagenoeg ter hoogte van 0.05 M. met eene „snelheid van 0.40 à 0.50 M. per secunde stroomde. Naar de „ingewonnen berigten was toen de overstorting gering en zou „de gemiddelde hoogte grooter moeten gesteld worden. Nemen „wij die aan op 0.08 M. met eene stroomsnelheid van één me-

„ter per secunde; de breedte van den dam bedraagt. 7.00 M.
„de wijdte van twee duikers die insgelijks kwelwater
„aanvoeren . . . . 1.30 „

te zamen . . . 8.30 M.

„de hoeveelheid water wordt dan per etmaal 8.3 × 0.08 × „3600 × 24 = 57370 M³, en verdeeld over de tegenwoordige „waterberging (vroeger gesteld op 419 H. A.) zoude zij geven „eene gemiddelde verhooging van 0.014 M. per etmaal, hetwelk „blijkens de hiervoren genoemde waarnemingen in September „1856 en Maart 1857 zeker niet te hoog gesteld is."

Al dadelijk moet ik hier op eene grove vergissing der commissie wijzen. Zij *nam waar* 0.40 à 0.50 M. snelheid bij 0.05 M. overlaatswerking, wat vrij goed met de formules en coëfficienten strookt. Immers het profiel $b \times h$ was $8.30 \times 0.05 = 0.415$ M². De theoretische snelheid $\sqrt{2gh}$ wordt voor $h = 0.05$ bijna 1 meter. Dus werd de coëfficient $\frac{2}{3}n$ gesteld op 0.40 à 0.50, wat voor n geeft 0.60 à 0.75, wat voldoende met de coëfficient voor proeven in 't klein overeenkomt.

Maar nu neemt de commissie, geheel willekeurig, de snelheid voor 0.08 M. hoogte van overstorting aan op *één meter*. Dit kan niet, zij had *waargenomen* 0.40 à 0.50 M. snelheid voor 0.05 M. hoogte, en moest nu die snelheid vergrooten in reden van de vierkants wortels uit de hoogten, dat is in reden van $\sqrt{5} : \sqrt{8} = 2.236 : 2.828$. Men vindt dan 0.50 à 0.63 M. snelheid. De afvoer bij 0.08 M. overstorting wordt dan slechts 28685 à 36143 M³ per etmaal. De waargenomene in Juli 1857, bij 0.05 M. hoogte van overstorting was 0.166 à 0.2075 M³ per seconde of 14400 à 17928 M³ per etmaal. Dit komt voor de toenmalige waterberging in de Haarlemmermeer van 419 H. A. overeen met eene waterhoogte van 3.44 à 4.28 mm. De afvoer bij de overstortings hoogte van 0.08 M. stemt overeen met eene verhooging der waterberging van 6.85 à 8.63 mm.

Op den 24en Januarij 1861 werd door den opzigter Dansdorp de waterafvoer in den Spaarnertogt door onmiddellijke meting bepaald, en als volgt in een rapport van 26 Januarij

aan den hoofdopzigter van Egmond vermeld. Het gemiddelde profil was 0.4466 M², de snelheid aan het oppervlak 0.57 M. Deze aannemende als de gemiddelde snelheid werd de afvoer

per seconde 0.254562 M³
" etmaal 21994 M³.

In een rapport van denzelfden opzigter DANSDORP van 7 Nov. 1860 werd berigt:

Dat de overlaat, breed 7 M., in den zomer werkt met 0.045 M. hoogte, dus met een profil van 0.315 M².

Later schijnt de overlaat tot 4.60 M. versmald te zijn en werkte toen met 0.055 M. hoogte of 0.253 M² profil. In de tweede helft van Augustus 1860 (een vrij natte tijd) werkte die den 25 Augustus met 0.14 hoogte, die echter reeds den 28 Aug. was gedaald tot 0.07 en op 30 Aug. was gedaald tot 0.06 M. hoogte.

Neemt men nu de *waarneming* der commissie omtrent de snelheid in Julij 1857 (0.40 à 0.50 M.) tot grondslag en men herleid de snelheden naar de vierkants wortels der overstortings hoogten, dan krijgt men de volgende *waargenomen* afvoeren:

In zomertijden van 1859 en 1860 10233 à 12790 M³.
Op 25 Aug. 1860, als maximum 57370 à 71710 M³.

Maar van die laatsten waarneming (na veel gevallen regen) moet worden afgetrokken de gevallen regen op 136 H. A. of 1360000 M² oppervlak, vertegenwoordigende elke centimeter hoogte 13600 M³. Ook van de bijna 22000 M³ die op 24 Januarij 1861 afvloeiden, nadat het (na ingevallen dooi) eenige dagen geregend had, kan slechts een gedeelte, al is het een groot gedeelte, als lekwater beschouwd worden.

Stelt men nu, naar aanleiding van deze *waarnemingen*, de massa door lekkend water op bijv. 21000 M³; neemt men verder aan dat die massa uitsluitend voortkomt uit het slechtste vak, lang 3000 M.; dan blijkt daaruit: dat eene grondlaag van zand met schelpen, bij een waterdruk van 4.30 M. hoogte per strekkende meter dijk doorlaat 7 M³. En lag dan de geheele ontworpen dijk tot afsluiting der Zuiderzee, lang 42000 M. op zulke zandgronden met schelpen, dan zou de doorlek-

king, onder eene constante drukking van 4.3 M. hoogte bedragen 294000 M^3 per dag, of bijv. voor 1000 dagen der droogmaling 294 millioen M^3 water. Maar daar nu bij de droogmaking gerekend is op het opvoeren van ruim 7000 millioen M^3 water, zouden deze 294 millioen daar slechts 4 pCt. bijvoegen.

Bij deze rekening is *alles* veelmalen overdreven, en de zwarigheid van de kwel kan dus er niet toe leiden de Zuiderzee niet droog te maken.

e. Ik wil dit gedeelte besluiten met eenige feiten, ontleend aan de ondervinding opgedaan bij het graven van 97 kilometers kanalen in Overijssel, van 1851 tot 1858. Van die kanalen doorsnijden ongeveer 15 kilometers veenstreken, 2 kilometers langs en bij de Schipbeek te Deventer kleistreken, de overige 80 kilometers lengte liggen in zandgronden. Van die lengte liggen in ophooging, dat is met den waterspiegel *boven* het maaiveld, of *boven* de naast het kanaal loopende bermsloten de volgende vakken:

Van sluis 1 tot de Kluinhaarsbrug	4	kilometer
Boven 〃 2 〃 〃 minstens	2	〃
〃 〃 3 〃 〃 〃	2	〃
〃 〃 4 〃 〃 〃	5	〃
In het kanaal van Deventer naar Dalmholte	7	〃
te zamen	20	kilometer

kanaal- of 40 kilometers dijkslengte (kleine vakken nog overgeslagen) waar het kanaalwater 1 à 2 M. of zelfs hooger boven de bodems der bermslooten legt, welke slooten des zomers geheel of bijna geheel droog liggen. Het medegedeelde profil toont aan dat het kanaalwater daar slechts 10 à 20 M. van het lagere slootwater is gescheiden door zanddijken.

Bovendien zijn er in de zandgronden nog een twintigtal punten waar kleine beken door middel van grondduikers onder het kanaal doorgaan; en bovendien eene lengte van $2 \times 10.6 = 21.2$ M. kanaal, waar, bij een overlaat, de dijk vervangen is door één rij stuwplanken, rustende op een onderheidde slagbalk. De damplanken zijn slechts 2.5 M. lang (zie nevenstaand pro-

fil) en aan weerszijden over 5 M. breedte, en tot 1.50 M. diepte in goede klei gelegd. De afstand van *zand tot zand*, onder de damplanken door, is slechts 11 M., en toch bestaat nu sedert Julij 1856 dit werk, zonder zigtbare lekken.

III. MIJNE VERMOEDENS OVER DE OORZAAK DER VERSCHILLEN, DIE TUSSCHEN DE PROEVEN IN HET KLEIN VAN DEN HEER HARTING, EN DE WAARNEMINGEN IN 'T GROOT DER PRAKTIJK BLIJKEN TE BESTAAN.

Reeds in de vergadering van Mei nam ik de vrijheid het vermoeden te opperen, dat de aansluiting van het *zand* aan *'t glas* der buizen, bij de toen medegedeelde zandproeven in *liggende buizen*, te wenschen heeft overgelaten. Bij het nalezen der proeven met klei in *staande buizen*, reeds in 1851 genomen, bemerk ik dat ook daarbij geene pogingen zijn aangewend om die *achterloopsheid* (om een term uit de praktijk te gebruiken) van de kleispecie tegen de gladde glazen wand te verminderen of te voorkomen. Na de vergadering van Mei ll. deed de heer MAC GILLAVRY mij bovendien opmerken dat bij de *liggende buizen*, al ligt eene open ruimte aan de boven zijde kan ontstaan. Overal, in het groot en in 't klein, geeft de zoogenaamde *koude* aansluiting van twee ligchamen eene niet waterdigte naad. Niemand zal er aan denken een regte, gladde sluismuur koud tegen een regten aarden wand te doen sluiten, en een slechts even passende kurk in eene flesch zal, deze omkeerende, geene waterdigte sluiting geven. Overal, in de praktijk bij waterwerken, in het laboratorium bij aansluiting van buizen in andere buizen of houten stoppen, zijn voorzorgen noodig, om de sluiting werkelijk waterdigt te maken.

Bij de proeven van 1851 met kleisoorten is, mijns inziens, ook deze niet waterdigte aansluiting van de klei aan 't glas één der oorzaken der voorkomende anomaliën. Er kunnen nog vele andere oorzaken zijn, die mij op 't oogenblik niet in 't oog vallen. Het verkregen resultaat bijv. omtrent het *verminderen* der waterdigtheid, ja zelfs slechts het gelijk blijven, bij ver-

meerderde dikte der kleilaag, zou ik nog niet durven toegeven. Men kan zich deze zaak welligt als volgt duidelijk maken.

Veronderstel dat zekere kleilaag van bijv. 0.40 M. dikte, bij 1 M. waterdruk, dat door den heer HARTING veronderstelde grootste waterkeerend vermogen heeft; dan zal toch (wanneer de buis onder open blijft) water blijven doordruppen, immers de heer HARTING constateert dat geene klei volkomen waterdigt is. Veronderstel dat men op 1 M. lager eene tweede dergelijke kleilaag van 0.40 M. dikte aanbrengt, dan zal na zekeren tijd de tusschenruimte met water zijn gevuld en de 2e kleilaag aan dezelfde waterdruk als de bovenste zijn blootgesteld; evenzoo eene 3e kleilaag als die wederom 1 M. onder de 2e wordt aangebracht, enz. Zal nu de snelheid van uitvloeijing uit het reservoir naar beneden onveranderd blijven, of verminderen? Veronderstel zij bleef dezelfde, daar op *elke* kleilaag van 0.40 M. dikte 1 meter waterdruk komt. Wat zal er nu gebeuren als men achtervolgens die 2e en 3e kleilaag, eerst tot 0.50 M. dan tot 0.25 M. van de bovenste opschuift en eindelijk twee, dan drie kleilagen tegen elkander schuift? Zal dan niet achtereenvolgens de uitvloeijing uit het reservoir verminderen? Immers de drukhoogte op de onderste kleilagen wordt nu minder en daarmede de doorlating van water. Het ware wellicht der moeite waardig op die of soortgelijke wijze de uitkomst, door den heer HARTING in 1851 verkregen, aan een nader onderzoek te onderwerpen.

IV. AANWIJZING VAN EENIGE MIDDELEN, WAARDOOR WELLIGT JUISTERE UITKOMSTEN TE VERKRIJGEN ZOUDEN ZIJN.

De heer HARTING heeft zich bij zijne proeven zoowel van 1851 als van 1877 eene zeer groote moeite getroost, om de best mogelijke resultaten te verkrijgen, en zeker heeft het maanden onverdroten arbeid gekost, om beide merkwaardige reeksen van proeven te nemen. Ten vervolge daarop ware het nu wenschelijk nog de volgende punten meer bijzonder te onderzoeken, als:

1°. De invloed van wat ik zal noemen de *achterloopsheid*,

dat is het dringen van water tusschen de glazen wand en de aarddeelen door. Bestaat die invloed, dan moet die *afnemen*:

a. Met het vergrooten van den middellijn der buizen, daar de inhouden in de vierkante reden, de omtrekken slechts in de regte reden toenemen. Proeven nemende met bijv. vier buizenwijdten van 2, 4, 8 en 16 cm. middellijn, zal men welligt de wet leeren kennen, volgens welke die achterloopsheid werkt.

b. Van de meerdere of mindere gladheid der wanden van de buizen. Hiertoe zou men proeven met glazen, aarden, metalen buizen, enz. kunnen nemen.

2⁰. Door het nemen van proeven met toestellen, waarin deze achterloopsheid geheel vermeden wordt, zou men dan verdere zekerheid omtrent de doordringbaarheid kunnen verkrijgen.

Men zou bijv. op een voet van klei eene borstwering van klei kunnen oprigten, des noods door latwerk versterkt, en in dit besloten en alleen van boven open kleivat water onder verschillende drukhoogten kunnen aanbrengen.

Deze proeven zullen echter, wegens de hoogte der bakken en dikte der wanden vrij kostbaar worden. Wenschelijk zou het zijn dergelijke ongebakken kleivaten door een dak aan regen, en zooveel mogelijk aan wind te onttrekken, om den invloed van regen en verdamping zoo veel mogelijk te neutraliseeren. Die invloed zou bovendien door op hetzelfde terrein aangebragte wind-, regen- en verdamping meters, nog bovendien geconstateerd moeten worden.

3⁰. Met zanddammen zouden dergelijke proeven te nemen zijn, die echter door de grootere afmetingen en hellingen der dammen nog kostbaarder en moeijelijker zouden worden.

4⁰. Eindelijk zou het zeer wenschelijk zijn de proefnemingen te besluiten met het nagaan van den invloed van kleihoudend water op het waterdigt maken van zand. Het is toch bekend dat lekke zanddijken, bij kanalen in ophooging, beter waterdigt zijn geworden, wanneer die kanalen met zeer troebel rivierwater werden gevuld, of op zeer lekke dijkgedeelten door het heen en weer bewegen van manden met klei, het water onzuiver was gemaakt. Daar nu het rivierwater, dat sommige kanalen voedt, veel zeewater, dat dijken bespoeld, zeer troebel is en vele kleideelen in oplossing bevat, in de werking daarvan wel-

ligt in de prakrijk de oorzaak, die de zanddijken of de zanddeelen waarop ze rusten, meer en meer waterdigt maakt. Had men eerst, met het meest zuivere water, de proef onder 4 met een zanddijk genomen, dan zou die proef met kleihoudend water te vervolgen zijn, en welligt tot belangrijke uitkomsten leiden.

En hierbij zal ik het thans laten, daar de tijd mij ontbroken heeft zoowel om zandpolders in 't Noorden van ons land te bezoeken, als om nog meerdere materialen over kanalen in ophooging, bijv. aan de Zuid-Willemsvaart, te verzamelen. De heer HARTING en de heeren die deze vergadering bijwonen zullen zeker hebben opgemerkt, dat ik geene der wetenschappelijke grondslagen, waarop de heer HARTING zijne stellingen bouwt, heb aangetast. Zeer zeker is zand digter, naarmate het fijner is, maar wordt nimmer zoo digt als klei, en ook onder de kleisoorten is een groot verschil in digtheid op te merken. Al wat ik bestreden heb zijn de *coëfficiënten* van waterdigtheid, omdat zij mij voorkwamen in strijd te zijn met de proefnemingen in het groot, die de praktijk van den ingenieur oplevert. Veel is in deze zaak reeds verrigt, meer blijft te verrigten over, en ik wil niet eindigen met aan te geven *hoe* de coëfficiënten van waterdigtheid zijn moeten, maar om met den heer HARTING op voortgezette studie en proefnemingen in deze belangrijke kwestie aan te dringen.

28 Sept. 1877.

OVER DE BEPALING

DER

BRANDPUNTSAFSTANDEN VAN LENZEN MET KORTEN BRANDPUNTSAFSTAND.

DOOR

J. A. C. OUDEMANS.

Bij het onderzoek naar de zamenstelling van optische instrumenten komt het menigmaal voor, dat men gaarne met eenige nauwkeurigheid den brandpuntsafstand van kleine lenzen wil kennen. De grondformule der dioptrika, met inachtneming van de ligging der hoofdpunten, geeft hiertoe op verschillende wijze theoretisch het middel aan de hand; of men bij de meting de verlangde nauwkeurigheid bereikt, hangt dus slechts van de keuze der handelwijze en van de uitvoering af.

Bessel heeft *) eene methode beschreven, die hij gebruikte om den brandpuntsafstand van het objectief van den Königsberger heliometer te bepalen.

Hij beschrijft die als volgt: „Das Fernrohr wurde von dem Instrumente abgenommen. Nachdem seine Ourlarröhre herausgenommen war, wurde es auf zwei Lager horizontal aufgelegt, welche sich auf einem Schlitten befinden, der sich auf einem niedrigen und festen Tische, in zwei parallelen Bahnen verschieben. lässt, so dass die Axe des Objectivs ihre Lage durch die Verschiebung nicht ändert. Ueber dem Fernrohre, parallel mit seiner Axe, wurde ein Balken, dessen Länge, von 33 Pariser Fuss, die vierfache Brennweite etwas übertraf, auf 6 festen Unterlagen so befestigt, dass eine seiner beiden oberen Kanten sich lothrecht über der Axe (und ihrer Verlängerung) befand,

*) *Astron. Untersuchungen*, I, p. 137.

von ihr herabhängende Lothe also die Axe durchschnitten An dem einem Ende dieser Vorrichtung wurde ein Ocular aufgestellt, vor welchem ein Loth, von dem Balken herab, aufgehängt wurde, so dass man seinen Faden, durch gehörige Verschiebung des Oculars in seiner Röhre, deutlich sehen konnte; ein anderes Loth hing von einem Punkte des Balkens, in der Nähe seines andern Endes herab. Das Fernrohr wurde nun so lange verschoben, bis man *beide* Lothfäden vollkommen deutlich im Oculare sah; die dieses leistende Lage des Fernrohrs wurde durch einen dritten, von dem Balken herabhängenden und eine am Fernrohr befestigte Scale berührenden Lothfaden bestimmt. Dann wurde das Fernrohr in die zweite Lage geschoben, in welcher beide Lothfäden wieder deutlich erschienen, und diese gleichfalls durch den Punkt der Scale, welchen der dritte Lothfaden nun traf, bestimmt. Zum deutlichen Sehen des Bildes von A ist erforderlich dass man das Zimmer, in welchem die Messungen gemacht werden, verdunkele und nur durch eine enge Spalte Licht auf das Objectiv fallen lasse. Als Lothfäden wurden Menschenhaare benutzt. Das angewandte Ocular vergrössert bei dem gewöhnlichen Gebrauche des Heliometers etwa 85 Mal, *) bei dem gegenwärtigen, der es in doppelte Entfernung von dem Objective bringt, also etwa 170 Mal.

Die Entfernung A B = E der beiden Lothfäden voneinander wurde auf der oberen, sorgfältig eben gemachten Fläche des Balkens, von dem sie herabhingen, durch die Toise gemessen; die Entfernung (e) der beiden Lagen des Objectivs OO′ wurde unmittelbar durch die Scale angegeben."

Uit deze twee gemetene grootheden en den afstand k der beide hoofdpunten van het objectief vindt men nu, zooals BESSEL aantoont, den brandpuntsafstand door de eenvoudige formule

$$4f = E - k - \frac{ee}{E - k} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Het voordeel dezer methode bestaat daarin, dat men niet verplicht is, afstanden van eenen draad tot de voor- of achtervlakte van het objectief te meten, en daar bovendien de geme-

*) Daar de brandpuntsafstand van het objectief 1134 parijsche lijn was, bedroeg die van het gebruikte oculair $\frac{1134}{85} = 13\frac{1}{3}$ lijn nagenoeg.

tene afstand E na vermindering der kleine termen k en $\frac{ee}{E - k}$ door 4 gedeeld wordt, zoo gaan de onvermijdelijke fouten der meting verkleind op het resultaat over.

Het is mij voorgekomen, dat deze methode wellicht ook voor kleinere lenzen, zoo als die, waaruit oculairen zijn zamengesteld, zeer geschikt zou zijn, en op mijne aanwijzing heeft de heer KAGENAAR, Amanuensis aan het Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche hoogeschool, eenen toestel vervaardigd, waardoor, bepaalde grenzen niet overschrijdende, met veel gemak, dezelfde grootheden bepaald kunnen worden als BESSEL bedoelde. Uit de verhandeling van HANSEN, getiteld *Untersuchung der Wege eines Lichtstrahls durch eine beliebige Anzahl von brechenden sphärischen Oberflächen*, door de k. Saxische Gesellschaft der Wissenschaften in 1871 uitgegeven, blijkt dat HANSEN ook een dergelijken toestel gebruikt heeft. Bijzonderheden omtrent de bereikte nauwkeurigheid zijn echter niet door hem bekend gemaakt.

Voor hetzelfde doel zijn ook andere methoden aangewend. Wanneer de lichtbron op den dubbelen brandpuntsafstand der lens, in hare as geplaatst is, dan is de grootte van het beeld gelijk aan die van de lichtbron zelve. Hierop berust de methode van ons geacht medelid DONDERS, om met eenen ophalmometer eerst de grootte der lichtbron te bepalen, en daarna, hetzij de lens naar voren of achteren te bewegen, totdat het beeld der lichtbron juist dezelfde grootte vertoont, hetzij, (hetgeen zonder twijfel de voorkeur verdient,) bij verschillende standen der lens ook de grootte van het beeld te meten. Bij de eerste handelwijze bedraagt dan de afstand der lens tot de lichtbron den dubbelen brandpuntsafstand, (of nog beter: de afstand van lichtbron tot beeld bedraagt den viervoudigen brandpuntsafstand); bij de tweede handelwijze wordt die brandpuntsafstand door eene lichte berekening gevonden. Zooals Dr. SNELLEN echter opmerkt, heeft niet ieder een ophthalmometer te zijner beschikking, en levert de methode het bezwaar op, dat men groote brandpuntsafstanden, van zwakke lenzen, hiermede niet direct kan bepalen, en dat men bij elke bepaling met de ligging van de hoofdvlakken der lens heeft te rekenen.

Zeer vernuftig is voorzeker de door Dr. H. SNELLEN te Utrecht bedachte, en op zijne aanwijzing door den heer KAGENAAR vervaardigde *phakometer*.

Van dit instrument vindt men eene beschrijving en afbeelding in het *Maandblad voor Natuurwetenschappen*, Jrg. 7, N°. 2. Het is zoodanig ingericht, dat de lichtbron en het scherm, waarop het lichtbeeld opgevangen wordt, beide gelijktijdig en evenveel in tegenovergestelde richting — naar de lens toe of van de lens af — bewogen worden. Als lichtbron dient een zwart schermpje met kleine openingen, waarachter mat glas geplaatst is, hetwelk door evenwijdig licht van eene in het brandpunt eener lens gestelde petroleumlamp verlicht wordt. Het lichtbeeld wordt opgevangen op een tweede schermpje van mat glas, waarop de figuur der openingen, die de lichtbron vormen, nauwkeurig is afgebeeld. Als vorm van lichtbron koos Dr. SNELLEN de figuur van drie punten in ééne rechte lijn, waarvan twee dicht bij elkander, evenals bij den ophthalmometer, en wel eene figuur in horizontale en insgelijks eene in verticale richting. Daar de teekening op het scherm hieraan gelijk en gelijkstandig is, moet van het omgekeerde beeld een alleenstaand punt telkens tusschen twee bij elkander staande punten in vallen. Hierdoor wordt met nauwkeurigheid gecontroleerd, of lichtbron en lichtbeeld gelijke grootte hebben en dus op gelijken afstand van de lens zijn gebleven.

Doordien de te onderzoeken lens midden tusschen twee lenzen geplaatst wordt, die altijd in den toestel blijven, wordt de toestel ook bruikbaar gemaakt voor lenzen met grooten brandpuntsafstand. De verdeeling langs de baan van het scherm is niet gelijkmatig in millimeters verdeeld, maar geeft dadelijk het vermogen der lens in dioptriën, hetgeen voor brillenglazen het doelmatigst is. Voor verdere bijzonderheden zie men de beschrijving in het bovengenoemd tijdschrift na.

Hoewel deze toestel, voor het doel, waarvoor hij bestemd is, de bepaling van het vermogen van een gelijkbol (equiconvex) brillenglas, onverbeterlijk genoemd mag worden, door het gemak, den spoed en de juistheid, waarmede de bepaling geschieden kan, achtte ik hem nog niet voldoende voor het door mij beoogde doel. „De schaal,” zegt Dr. SNELLEN zelf, „is berekend uitsluitend voor symmetrische, biconvexe lenzen. Om plancon-

vexe of periscopische glazen te bepalen, zal men wel doen, twee glazen van gelijke sterkte zoodanig tegen elkander te plaatsen, dat men een symmetrischen vorm verkrijgt. Zoodanige dubbele lens zal in den regel eene grootere dikte bezitten dan de glazen, waarvoor de schaal is berekend; men heeft alsdan naar de ligging der hoofdvlakken de schaal te reduceeren".

Men zou hierop de aanmerking kunnen maken, dat men dan ook altijd *twee* lenzen van hetzelfde vermogen en denzelfden vorm moet hebben, hetgeen nu wel misschien bij brillenglazen regel is; maar anders toch niet; doch de tegenaanmerking ligt voor de hand, dat één enkele, niet equiconvexe lens ook wel evengoed zou kunnen ingevoegd, en haar brandpuntsafstand bepaald worden, indien zij zoo geplaatst kon worden dat hare beide hoofdvlakken symmetriek kwamen ten opzichte van het middenvlak tusschen de beide hulplenzen. Eene platbolle lens zou dus ongeveer een derde gedeelte harer dikte *zijdelings* geplaatst moeten worden naar den kant van hare *platte* oppervlakte, hetzij die naar den kant van de lichtbron of naar dien van het scherm gekeerd ware. Daartoe ontbreekt aan den phakometer de gelegenheid, die echter wellicht gemakkelijk was aan te brengen. Maar al deze bezwaren vallen weg, als men bedenkt, dat, als de lens aan weêrszijden, van lichtbron en beeld, $2f$ afstaat, eene kleine verschuiving x der lens, den afstand $4f$ van lichtbron en beeld slechts eene vermeerdering van de tweede orde, $\frac{x^2}{f \pm x}$, doet ondergaan, eene grootheid, die in de praktijk altijd verwaarloosd kan worden.

Het kwam mij voor, dat wanneer het om de uiterste, bij deze bepalingen te bereiken nauwkeurigheid te doen was, het scherp worden van een beeld op een schermpje mat glas niet juist genoeg kan beoordeeld worden, dat bijv. zulks moeilijk binnen $^1/_4$ millimeter te bewerkstelligen is, doch dat met de methode van BESSEL wellicht zeer goed eene nauwkeurigheid van $^1/_{10}$ millimeter bereikt kon worden. Ik liet daarom een dergelijken toestel maken als den phakometer, mutatis mutandis. De voet in het midden, die voor den phakometer een vereischte is, wordt hier onnoodig, en kan, zie de plaat, door twee voeten vervangen worden, waardoor het instrument bij het gebruik steviger op eene tafel kan staan. Op de plaat is

in fig. 1 het instrument voorgesteld, op zijde gezien. Langs eene liniaal *a*, hebbende eene zwaluwstaartvormige doorsnede en van onderen van eene vertikale versterking voorzien, kunnen verschoven worden vier voeten, waarvan de eerste met de schroef *d* vast op de liniaal bevestigd wordt; die voet draagt van boven het buisje *b*, dat door de schroef *g* en de veer *f* (zie ook fig. 3) zijdelings eenigszins verplaatsbaar is; in dit buisje *b* wordt aan de achterzijde een Ramsdensch oculair *c* gestoken en aan de voorzijde een kort buisje *e*, over welks voorste opening een menschenhaar vertikaal gespannen is. De tweede draagt een kolommetje *h*, (zie ook fig. 4) waarin een rond stangetje op en neêr bewogen kan worden, dat boven, tusschen de twee hoeken *m*, de lens *p* kan houden, waarvan men den brandpuntsafstand wil bepalen. De derde draagt eene buis *q*, (zie ook fig. 5) waarvan de as evenwijdig gericht is aan de lengte der liniaal; in deze kan eene andere buis *r* geschoven worden, over wier, naar de lens toegekeerde, opening een tweede menschenhaar vertikaal gespannen is. De buis wordt omringd door een scherm *s* ter afhouding van het licht der petroleumlamp *t*, die op den vierden voet rust.

De hoogten van de assen der buizen *b* en *q* zijn gelijk en onveranderlijk. Ook aan het kolommetje *h*, dat de lens draagt, kan door de schroef *k*, die het tegen de veêr *o* aandrukt, eene zijdelingsche beweging worden medegedeeld.

Op de liniaal is eene verdeeling in millimeters, en de voeten zoowel van het kolommetje *h* als het buisje *q* zijn van noniën voorzien, waarmede tiende millimeters kunnen afgelezen worden. Wij zullen deze noniën respectivelijk nonius I en II noemen.

Neemt men de kolom *h* weg, (hiervoor moeten het scherm en de lamp *t* eerst van de liniaal afgeschoven worden, en brengt men de randen der buizen *r* en *e* tegen elkander, zoodat de voor hare openingen gespannen haren elkander raken, dan moet de nonius II (van *s*), juist op het nulpunt der verdeeling wijzen; bestaat er een verschil, dan moet dit in rekening gebracht worden. Is dus het scherm geplaatst, zooals fig. 1 aanduidt, dan wijst nonius II, zoo noodig na aanbrenging dezer indexcorrectie, den afstand der beide haren aan.

Wil men nu van eene lens *p* den brandpuntsafstand bepalen,

J. A. C. OUDEMANS. Toestel ter bepaling van den brandpuntsafstand van kleine lenzen.

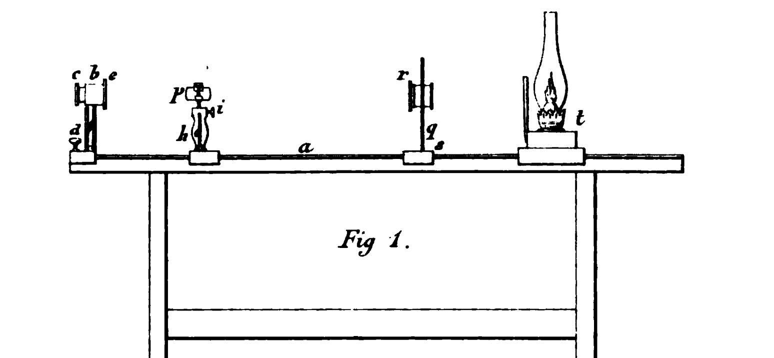


Fig 1.

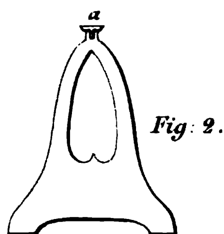


Fig: 2.

Fig: 3.

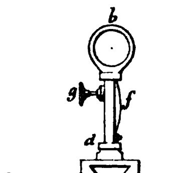


Fig: 4.

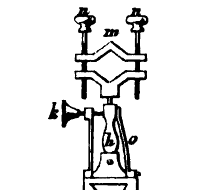
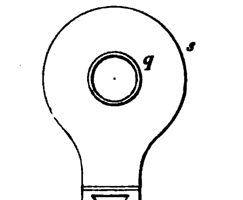


Fig: 5.



dan bepale men dien eerst ten ruwste, bijv. door middel der zon, en neme nu den afstand er eenige centimeters grooter dan 4 maal dien brandpuntsafstand, dan zullen er twee standen van de lens p zijn, waarin zij het beeld van het in r gespannen haar werpt juist in e. Door het oculair c ziende, moet men dus beide haren te gelijk scherp zien, zonder de geringste parallaxis. Bij den eenen stand, dien, welke in fig. 1 is afgebeeld, waarbij de lens p dichter bij e dan bij r is, ziet men naast het haar e een verkleind beeld van het haar r; bij den anderen stand, waarbij $pe > pr$ is, ziet men daarentegen een vergroot beeld. Leest men in beide standen den nonius I af, dan geeft het verschil dier aflezingen de verplaatsing e. Nonius II, zoo noodig voor fout van het nulpunt verbeterd, geeft den afstand E der beide haren, zoodat nu nog noodig is de kennis van den afstand k der knooppunten der lens p, om den brandpuntsafstand te berekenen door de formule

$$f = \frac{1}{4}\left(E - k - \frac{e^2}{E - k}\right) \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

Door den afstand E te variëeren, verkrijgt men verschillende bepalingen.

Het beginsel, waarop de toestel en zijn gebruik berust, is dus niet nieuw, de proef moet alleen uitmaken of er de gewenschte nauwkeurigheid mede bereikt wordt.

Als eerste proef nam ik eene lens, die ik gewoonlijk voor loupe gebruik; en vond daarvan de dikte, met den spherometer van het physisch kabinet der Utrechtsche hoogeschool gemeten, $d = 3{,}30$ mm. en den kromtestraal van voor– en achtervlakte 41 mm. Deze laatste werd door middel van stukjes papier gevonden, die uitgesneden waren langs cirkelbogen, waarvan de stralen met 1 millimeter opliepen en die aan de lens werden aangepast.

De afstand der hoofdpunten k kan wellicht het eenvoudigst aldus berekend worden. Stel de kromtestralen der vóór- en achtervlakten r en r', positief als het kromtemiddelpunt aan de zijde der lens ligt, waar het licht heen gaat, stel de dikte der lens $= d$, en stel nu

$$\left.\begin{array}{l} \delta = \dfrac{n-1}{n}\, d, \\ \text{dan is} \\ k = \delta - \dfrac{\delta^2}{(n-1)(r-r'-\delta)} = \delta + \dfrac{f\delta^2}{rr'} \end{array}\right\} \ldots (3)$$

Is nu de lens gelijkbol, zoo als de loupe was, dan is $r' = -r$, derhalve

$$k = \delta - \frac{\delta^2}{(n-1)(2r-\delta)} = \delta - \frac{f\delta^2}{r^2}$$

of voor de loupe, aannemende $n = 1{,}53$

$$\delta = 1{,}1764 \quad k = 1{,}142 - 0{,}030 = 1{,}11 \text{ mm.}\ ^{*)}$$

waarvoor werd aangenomen 1,1 mm.

Voor eene platbolle lens is r of $r' = \infty$, en $k = \delta$.

Aannemende voor den brekingscoëfficiënt der lens 1,53, vindt men voor den brandpuntsafstand

$$f = \frac{1{,}53}{0{,}53} \times \frac{41^2}{1{,}53 \times 82 - 0{,}53 \times 3{,}3} = 39{,}2.$$

De afstand der beide haren moet dus grooter dan $156{,}8 + 1{,}1 = 157{,}9$ mm. zijn.

Liever nog, dan door de beide haren in aanraking te brengen, bepaalde ik de correctie van nonius II door in verschil-

---

*) Bij gelijkbolle lenzen kan men ook de meting of berekening van den kromtestraal ontgaan, mits de brandpuntsafstand van de achtervlakte of van het midden af gemeten is. Want men heeft ook

$$k = (n-1)\frac{d}{n} - \frac{1}{4f}\left(\frac{d}{n}\right)^2 + \frac{1}{8(n-1)f^2}\left(\frac{d}{n}\right)^3 - \frac{5}{64(n-1)^2 f^3}\left(\frac{d}{n}\right)^4 + \text{enz.}$$

of ook

$$\frac{k}{f} = (n-1)\frac{d}{fn} - \frac{1}{4}\left(\frac{d}{fn}\right)^2 + \frac{1}{8(n-1)}\left(\frac{d}{fn}\right)^3 - \frac{5}{64(n-1)}\left(\frac{d}{fn}\right)^4 + \text{enz.}$$

Men kan dus eerst $k = (n-1)\dfrac{d}{n}$ nemen, daarmede eene verbeterde waarde van f afleiden, die dan weer eene verbeterde waarde van n geeft, enz.

lende standen den afstand der ringen, waarover de haren gespannen waren, tusschen een passer te nemen, den afstand der punten van dien passer op de schaal zelve te meten, en hem te vergelijken met de aanwijzing van den nonius.

De correctie van nonius I wordt geëlimineerd, daar men slechts de verplaatsing der lens noodig heeft, en deze gevonden wordt door het verschil van twee aanwijzingen van den nonius te nemen. Ik nam nu 10 bepalingen, telkens bij verschillende waarde van E; de plaatsing der lens werd telkens tweemaal gezocht, en bij mindere overeenkomst nog eene derde keer. Ziehier de gevondene aflezingen, allen in millimeters, en den berekenden brandpuntsafstand.

E = Afl. Nonius II + 0,8	Aflezing Nonius I. 1e Afl.	2e Afl.	*e*		*f*
240	189,7 189,8	49,4 49,3	140,3 140,5	140,4	39,10
230	179,2 179,15	50,1 50,1	129,1 129,05	129,075	39,03
220	168,12 168,16	51,0 51,0	117,12 117,16	117,14	39,05
210	157,1 157,0	51,9 52,0	105,2 105,0	105,1	39,01
200	145,3 145,2	53,26 53,25	92,04 91,95	92,0	39,09
190	134,0 133,7 134,0	55,35 54,7 55,5	78,65 79,0 78,5	78,7	39,03
180	121,7 121,5	57,6 57,45	64,1 64,05	64,075	38,99
170	108,2 108,0	61,73 61,45	46,47 46,55	46,51	39,02
160	92,5 89,4 90,55	68,9 68,75 68,0	23,6 20,65 22,55	22,3	38,94
150	84,8 84.8	73,2 73,05	11,6 11,75	11,675	39,01

Het gemiddelde der tien bepalingen is 39,03,
de waarschijnlijke fout van elke bepaling ± 0,03 mm.,
〃 〃 〃 〃 〃 〃 ± 0,01 〃.

Als een tweede voorbeeld moge dienen het onderzoek der vier lenzen, waaruit eene aardsche oogbuis was zamengesteld. Voor elke lens nam ik twee afstanden E der haren; bij elke E werd de bepaling der twee standen, waarin het eene haar met het beeld van het andere zamenviel, twee malen verricht; de dikte der lenzen, respectivelijk 1,49; 3,12; 1,73 en 2,37 millimeters, was met den spherometer bepaald; en ter bepaling van de afstanden der hoofdpunten was weder als brekingscoëfficiënt aangenomen $n = 1,53$. Eenmaal voor den brandpuntsafstand eene benadering kennende, kan natuurlijk na meting van den kromtestraal der bolle oppervlakte eene nauwkeuriger bepaling van n plaats hebben. Op die wijze verkreeg ik, de lenzen van het oog af tellende:

1e lens.		2e lens.		3e lens.		4e lens.	
38,89 38,85	38,87	50,74 50,67	50,705	50,60 50,54	50.57	41,82 41,72	41,77
38,91 38,79	38,85	50,63 50,55	50,59	50,71 50,76	50,735	41,75 41,78	41,765
gemiddeld	38,86		50,65		50,65		41,77

De aangehaalde voorbeelden zullen voldoende zijn, om de doelmatigheid van den toestel en van de methode aan te toonen. De aflezingen geschiedden tot tiende deelen van millimeters, en men ziet dat de brandpuntsafstanden, bij eenige malen herhaalde bepaling, tot binnen die limiet nauwkeurig kunnen gevonden worden. Eene grens wordt aan die nauwkeurigheid van zelve gesteld door de spherische aberratie der lenzen, die veroorzaakt, dat de randen een korteren brandpuntsafstand hebben, dan het midden der lens, en, wil men het hinderlijke hiervan ontgaan door voor de lens een scherm te plaatsen met eene ronde opening, die alleen het midden der lens vrij laat, dan wordt toch de lichtkegel zoo scherp, dat er in het stellen van de lens,

zoo dat de haren elkanders beeld dekken, dezelfde onzekerheid blijft heerschen.

Wanneer het te doen is om den equivalenten brandpuntsafstand van een lenzenstelsel, bijv. een oculair of een mikroskoop-objektief te bepalen, dan is het altijd eenigszins lastig, dat men voor de toepassing dezer methode den afstand der hoofdpunten van het stelsel bepalen moet. Laat het lenzenstelsel zich uit elkander nemen, zoodat men van elke lens de krommingen, dikten en brandpuntsafstanden en ook de onderlinge afstanden der lenzen kan uitmeten, dan is dit bezwaar niet onoverkomelijk, maar laat het zich niet uit elkander nemen, zoo als sommige mikroskoop-obiectieven, dan kan de methode slechts benaderde resultaten geven. Doch dan kan, met behulp van onzen toestel, met zeer goed gevolg worden toegepast de methode, door ons geacht medelid MAC GILLAVRY bedacht en in het *Maandblad voor Natuurwetenschappen*, 5e jaargang, N°. 5 (3 April 1875) bekend gemaakt. Bij deze methode worden door uitmeting de vergrootingen (of verkleiningen) bepaald, die de lens van een voorwerp bij twee verschillende afstanden geeft; zijn die twee vergrootingen verschillend, dan zijn ook verschillend: zoowel de afstand van voorwerp tot lens, als de afstand van lens tot beeld, en ook de afstand van voorwerp tot beeld.

Nu heeft de heer MAC GILLAVRY aangetoond, dat het slechts noodig is, behalve de vergrootingen, de *verandering* van één der drie even genoemde soorten van afstanden te meten, en dat dan de brandpuntsafstand berekend kan worden zonder dat daarbij de kennis der ligging der hoofdpunten, of die van hunnen afstand een vereischte is. Het bewijs der daarbij dienende formulen is licht te vinden en in zijne boven aangehaalde mededeeling gegeven. Die formulen zijn de volgende:

Noem den afstand van het voorwerp tot het voorste hoofdpunt a,

den afstand der hoofdpunten x,

den afstand van het 2e hoofdpunt tot het beeld b,

de vergrooting γ,

en geeft men deze letters voor eenen tweeden stand accenten, dan is de afstand van het voorwerp tot het beeld $a + x + b$,

en bij den tweeden stand $a' + x + b'$,
derhalve de vermeerdering van dezen afstand $a' - a + b' - b$, onafhankelijk van x.

Stelt men nu

$$a - a' = k$$
$$b' - b = l$$
$$a' - a + b' - b = h$$

zijnde $h = l - k$, dan heeft men deze drie formulen:

$$f = \frac{h \gamma' \gamma}{(\gamma' - \gamma)(\gamma' \gamma - 1)} = \frac{k \gamma' \gamma}{\gamma' - \gamma} = \frac{l}{\gamma' - \gamma}.$$

De heer MAC GILLAVRY merkt op, dat wanneer γ en $\gamma' > 1$ zijn en $\gamma\gamma'$ groot is, alsdan de 1e en 3e methode de beste is, doch als $\gamma\gamma' > 1$ maar < 2 is, dat dan de tweede aan te raden is. Ook voor de afstanden a en b geeft hij de formulen op, zoodat, wanneer men de afstanden van het voorwerp tot de voorvlakte en van het beeld tot de achtervlakte van het lenzenstelsel bepaald heeft, de ligging der hoofdpunten bekend wordt. Om onzen toestel voor de toepassing dezer methode geschikt te maken, heb ik bij den heer DUMOULIN te Parijs een paar verdeelingen op glas laten maken, van halve millimeters, de eene komt in e, en wordt dus door het Ramsdensch oculair c onmiddellijk gezien, de andere komt in r, en wordt dus door de lens p vergroot, zoodat de vergrooting gemakkelijk kan worden waargenomen. Voor het geval, dat men die zeer groot wil nemen, heb ik van denzelfden kunstenaar ook eene verdeeling in tiende millimeters, welke dan in r moet komen, maar de strepen van die verdeeling zijn zoo fijn, dat hun beeld bij de thans aan den toestel aanwezige verlichting moeilijk zichtbaar is.

Na toepassing dezer methode op verschillende lenzen is het mij voorgekomen, dat het altijd zaak zal zijn, eene zoo groot mogelijke met eene zoo klein mogelijke vergrooting te vereenigen; men zou even goed eene zoo sterk mogelijke verkleining met eene zoo zwak mogelijke verkleining kunnen verbinden, indien de fijnheid der verdeelingen niet het gebruik van verkleiningen, althans van eenigszins sterke verkleiningen, uitsloot. Daar verder h, de afstand van voorwerp en beeld, het meest

verandert, d. i. meer dan k of l, heb ik eerst de eerste methode toegepast en de formule

$$f = \frac{h\,\gamma'\gamma}{(\gamma' - \gamma)(\gamma'\gamma - 1)}$$

gebruikt. Bij eene vergrooting is $\gamma > 1$, bij eene verkleining < 1, het is dus geene zaak eene vergrooting met eene verkleining te verbinden, daar dan $\gamma'\gamma$ dicht bij de éénheid en $\gamma'\gamma - 1$ dus te klein wordt; ja, voor de verbinding eener vergrooting met eene even sterke verkleining d. i. voor $\gamma' = \frac{1}{\gamma}$ zou men verkrijgen, zoowel $\gamma'\gamma - 1 = 0$ als $h = 0$, en dus

$$f = \frac{0}{0};$$

de lens neemt dan bij onveranderden afstand van voorwerp tot beeld, juist de twee standen in, bij de methode van BESSEL gebruikelijk.

Is daarentegen bijv. $\gamma = 7$ en $\gamma' = 1$, dan verkrijgt men $f = \frac{7}{36}\,h$, dus eene zeer gunstige bepaling.

Ik heb van verscheidene lenzen op beide wijzen brandpuntsafstanden herhaaldelijk bepaald; het is mij daarbij gebleken, dat voor lenzen met niet al te kleinen brandpuntsafstand, bijv. > 20 mm., mits men de ligging der hoofdpunten bepale, de methode van BESSEL nauwkeuriger is, daar bij de methode van MAC GILLAVRY het altijd moeilijk is, de vergrooting met hooge juistheid aan te geven; men kan die moeilijk nauwkeuriger dan tot tiende gedeelten van éenheden schatten. Daarentegen heeft de laatste het groote voordeel dat zij de bepaling van den afstand der hoofdpunten niet behoeft, en dus veel spoediger een resultaat geeft, terwijl zij ook voor lenzen met zeer korten brandpuntsafstand, bijv. < 10 mm., (objectieven van mikroskopen,) stellig de voorkeur wegdraagt.

De vraag verdient hier nog overweging, of bij aanwending der methode van BESSEL niet door het verbinden van meer dan éénе bepaling van E en b, ook de afstand der hoofdpunten k

als eene tweede onbekende kan ingevoerd worden; immers door een aantal bepalingen bij verschillende waarden van E te doen, zou men door de methode der kleinste kwadraten wellicht eene vrij nauwkeurige waarde van k kunnen verkrijgen en derhalve de berekening van dien afstand na uitmeting der krommingen, brandpuntsafstanden en onderlinge afstanden der lenzen kunnen ontgaan. Bij de proef blijkt echter, dat die methode veel bezwaar in heeft en althans geene *nauwkeurige* bepaling van k oplevert, een gevolg daarvan, dat de twee onbekenden in de vergelijkingen steeds factoren met hetzelfde teeken verkrijgen.

Ik zal ten slotte enkele voorbeelden geven van resultaten met beide methoden verkregen.

N°. 1. Een Ramsdensch oculair, behoorende bij den dradenmikrometer van den zesvoets kijkers van FRAUNHOFER der Utrechtsche sterrewacht.

De toepassing der methode MAC GILLAVRY gaf

(1)	$\gamma = 9$	schaal	223,6
(2)	4,5		141,6
(3)	2,6		108,7
(4)	2,0		99,2
(5)	1,0		90,0

Hieruit door verbinding

van	(1)	met	(3)	$f = 18,75$
"	(2)	"	(4)	18,82
"	(1)	"	(5)	18,77
"	(2)	"	(5)	18,95

Het gemiddelde dezer 4 bepalingen is 18,82. De *waarschijnlijkste* waarde is natuurlijk slechts door ingewikkelde berekeningen te vinden, waarbij de onzekerheid der γ's noodzakelijk bekend moet zijn.

Voor de toepassing der methode van BESSEL had ik gemeten

1e lens	$f = 27,0$	dikte =	1,00 mm.
2e "	35,0		3,00 "

afstand der naar elkander toegekeerde vlakten der lenzen 11,5 mm.

Hieruit vindt men voor het geheele oculair:

$$k = -\ 1{,}3$$
$$f = \ 18{,}72$$

doch de methode van BESSEL toepassende, vond ik, aannemende $k = -\ 1{,}3$:

E	e	f
118,8	73,05	18,93
110,0	63,35	18,81
100,0	51,05	18,89
90,0	38,1	18,85
80,0	22.8	18,73
74,9	10,1	18,71
	Gemiddeld	18,82,

komende dus in dit geval juist met de boven gevondene waarde overeen.

N°. 2. Een objectief van een mikroskoop van WEGENER te Berlijn, dienende voor een universaal-instrument.

Hier gaf de methode MAC GILLAVRY de volgende resultaten:

N°.	Aflezing der schaal	γ
1	381,4	10,4
2	362,9	9,45
3	330,0	8,7
4	300	7,7
5	270	6,7
6	240	5,6
7	210	4,5
8	180	3,4
9	150	2,25
10	140	1,775
11	135	1,475
12	134	1,4
13	133	1,3305
14	132	1,19
15	131	1,111
16	130	1,0

Hieruit vindt men voor den brandpuntsafstand:

Uit	N°.	1	en	9	f =	29,66
"	"	2	"	10		29,50
"	"	3	"	11		29,27
"	"	4	"	12		29,04
"	"	5	"	13		28,73
"	"	6	"	16		28,81
"	"	7	"	15		29,07
"	"	8	"	16		29,52

Deze uitkomsten loopen meer uiteen dan de voorgaande, maar f is hier ook grooter. Het vraagstuk, uit al de bepalingen de waarschijnlijkste waarde te verkrijgen, wordt buitengewoon omslachtig; evenzoo de berekening der gewichten van de verschillende bepalingen van f, zoo even verkregen; stellen wij daarom die gewichten eenvoudigheidshalve gelijk, dan is het arithmetisch midden van allen 29,20 mm.

Het mikroskoop-objectief bestond uit twee achromatische lenzen, en kon uit elkander genomen worden. Voor de voorste lens gaf de methode van BESSEL, aannemende, zoo als door uitmeting en berekening gevonden was, $k = 0,85$:

E	e	f
260	101,9	54,77
240	70,2	54,64
	gemiddeld	54,70

voor de achterste lens, evenzoo $k = 0,60$ nemende,

240	42,0	58,01
235	23,3	58,02
	gemiddeld	58,015

Beide deze achromatische lenzen bestonden uit eene platholle flintglas- en eene gelijkbolle (equiconvexe) crownglaslens. De dikten, met een spherometer gemeten, waren

van de eerste achromatische lens 2,26 mm.,
" " tweede " " 1,61 " ,
en de tusschenruimte tusschen de lenzen 3,13 " .

Een vroeger onderzoek van dergelijke achromatische lenzen van denzelfden maker had mij geleerd, dat de beide hoofdpunten van eene dergelijke achromatische lens liggen, te rekenen van de platte voorvlakte af:

1e hoofdpunt op 0,70 der dikte,
2e 〃 〃 1,075 〃 〃

dus op 0,075 vóór de bolle vlakte.

Hieruit vindt men: afstand tusschen het tweede hoofdpunt der eerste en het eerste hoofdpunt der tweede lens = 4,1 mm.

Afstand der hoofdpunten van het geheele stelsel:

$$k = 0{,}85 + 0{,}60 - \frac{4{,}1^2}{54{,}7 + 58{,}0 - 4{,}1} = 1{,}45 - 0{,}155 = 1{,}3.$$

Brandpuntsafstand van het geheele stelsel

$$f = \frac{54{,}7 \times 58{,}0}{54{,}7 + 58{,}0 - 4{,}1} = 29{,}21,$$

komende zeer goed uit met de vorige bepaling.

De methode van BESSEL op het geheele objectief toepassende, verkreeg ik, den afstand $k = 1{,}3$ aannemende:

E	*e*	*f*
160	80,2	29,54
155	74,0	29,52
150	67,4	29,54
145	60,5	29,56
140	53,3	29,56
135	45,3	29,59
130	37,2	29,49
125	26,9	29,46
120	8,5	29,52
	gemiddeld	29,53

Om in plaats van 29,53, 29,20 te verkrijgen, zou *k* in plaats van 1,3, 2,35 mm. moeten zijn; doch dit is niet wel mogelijk. Men ziet dat de *onderlinge* overeenkomst niets te wenschen overlaat, en dat het dus voornamelijk aankomt op het zorgvul-

dig bepalen van k, om eene daaraan evenredige nauwkeurigheid te bereiken.

Onder de resultaten door de methode MAC GILLAVRY verkregen zijn er drie, de 1e, 2e en laatste, die van dit resultaat niet veel afwijken; dat de anderen meer afwijken, moet zonder twijfel aan de moeilijke bepaling der vergrootingen worden toegeschreven, waardoor wellicht eene constante fout begaan werd.

Later heb ik meermalen de derde methode van den heer MAC GILLAVRY gebruikt, die eenige voordeelen boven de eerste twee aanbiedt. Vooreerst is de berekening volgens de formule

$$f = \frac{l}{\gamma' - \gamma}$$

eenvoudiger dan volgens de formule $\frac{k\gamma'\gamma}{(\gamma'-\gamma)(\gamma'\gamma - 1)}$, maar, wat van meer belang is, men kan het aantal aflezingen van den nonius en bepalingen der daarmede overeenstemmende vergrooting herhalen, zooveel men wil, en men zal daardoor een aantal lineaire vergelijkingen verkrijgen, die door de methode der kleinste kwadraten zijn op te lossen. Want men kan bovenstaande vergelijking schrijven onder den vorm

$$(\gamma' - \gamma) f = L' - L$$

waar L en L′ de aflezingen van nonius I beteekenen, bij de vergrootingen γ en γ'. Uit deze leidt men onmiddellijk af

$$\left.\begin{array}{l}\gamma' f = L' + C \\ \gamma f = L + C\end{array}\right\} \text{ of wel } \left\{\begin{array}{l}\gamma' f - C = L' \\ \gamma f - C = L\end{array}\right.$$

Zoovele bepalingen men derhalve genomen heeft, zoovele vergelijkingen met de beide onbekenden f en C heeft men ook, die men zeer licht door de methode der kleinste kwadraten kan oplossen. Het is echter doelmatiger de vergelijkingen aldus te schrijven

$$x + Ly = \gamma$$

zijnde dan

$$x = \frac{C}{f} \text{ en } y = \frac{1}{f};$$

daardoor is het mogelijk eerst eene benaderde oplossing uit te voeren, aan al de γ gelijk gewicht gevende, en later, zoo er verschil blijkt te bestaan, dit in rekening te brengen. Doch die hooge nauwkeurigheid zal wel nooit vereischt worden.

Als voorbeeld voor eene dergelijke toepassing strekke de bepaling van den brandpuntsafstand eener betrekkelijk zeer dikke lens, eene zoogenaamde cylindrische loupe. Deze lens bestaat uit eenen glascilinder van 14,0 mm. hoogte en 15,6 mm. dikte, waarvan boven- en ondervlakte nog een bolvormig segment dragen, zoodat de dikte der lens in de as 19,67 mm. bedraagt.

Deze lens werd zoo na mogelijk met hare as in de richting der verdeelde liniaal a gesteld en achtereenvolgens de onderstaande waarnemingen verricht. Beide de noniussen werden afgelezen, nonius I diende, om volgens de derde formule van den heer MAC GILLAVRY den brandpuntsafstand te bepalen, nonius II om daarna den afstand der knooppunten te vinden, immers deze gaf, na voor indexcorectie verbeterd te zijn, den afstand tusschen voorwerp en beeld, maar uit de vergelijkingen

$$\frac{a}{b} = \gamma \text{ en } \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

volgt:

$$a = (\gamma + 1) f$$

$$b = \frac{\gamma + 1}{\gamma} f$$

$$a + b = \frac{(\gamma + 1)^2}{\gamma} f.$$

Derhalve, de verbeterde aflezing van nonius II, II noemende:

$$k = \text{II} - (a + b)$$

$$= \text{II} - \frac{(\gamma + 1)^2}{\gamma} f.$$

Zie hier nu het resultaat dezer metingen:

L	γ	ε Berekening — Waarneming	$\frac{(\gamma+1)^2}{\gamma} f$	II	k
280	17,0	+ 0,04	316,3	318,35	2,05
270	16,45	— 0,02	307,1	308,6	1,5
260	15,9	— 0,07	298,07	298,83	0,8
250	15,15	+ 0,08	285,70	288,87	3,2
240	14,7	— 0,07	278,25	278,8	0,6
230	14,0	+ 0,03	266,7	269,8	3,1
220	13,4	+ 0,02	257,4	259,8	2,4
210	12,8	+ 0,02	246,9	249,8	2,9
200	12,15	+ 0,07	236,2	239,45	3,25
190	11,7	— 0,08	228,7	229,45	0,75
180	11,0	+ 0,02	217,2	219,0	1,85
170	10,4	+ 0,01	207,3	209,2	1,9
160	9,85	— 0,04	198,3	199,3	1,0
150	9,2	0,00	187,6	189,4	1,8
140	8,6	0,00	177,8	179,5	1,7
130	8,0	0,00	168,0	169,6	1,6
120	7,4	0,00	158,2	159,75	1,55
110	6,8	— 0,01	148,5	149,9	1,4
100	6,2	— 0,01	138,7	140,2	1,5
90	5,6	— 0,01	129,0	130,55	1,55
80	5,0	— 0,01	119,5	121,0	1,5
70	4,37	+ 0,01	109,5	111,5	2,0
60	3,8	— 0,02	100,6	102,0	1,4
50	3,2	— 0,02	91,46	92,65	1,19
40	2,55	+ 0,02	82,0	83,75	1,75
30	1,98	— 0,01	74,4	75,65	1,25
20	1,32	+ 0,05	67,7	69,25	1,55
15	1,07	0,00	66,45	67,5	1,05
14	1,00	+ 0,01	66,36	67,9	1,55
				Gemiddeld:	1,71

De methode der kleinste kwadraten, op de verkregene vergelijkingen toegepast, gaf:

$$29\,x + 4079\,y = 250,59$$
$$4079\,x + 771721\,y = 47179,75$$

hieruit

$$x = 0{,}163$$
$$y = 0{,}060276$$

derhalve

$$f = 16{,}59.$$

De middelbare fout van elke bepaling van y voor sterke en zwakke vergrootingen gelijk onderstellende, werd deze uit de ε's gevonden $= \pm\ 0{,}037$, en derhalve de w. fout van y:

$$0{,}6745 \times \pm \frac{0{,}037}{\sqrt{197996}} = \pm\ 0{,}0000567$$

en aangezien

$$\partial f = -f^2 \partial y$$

is:

$$w \text{ fout van } f = \pm\ 0{,}02 \text{ mm.}$$

Voor eene dubbel-bolle lens in het algemeen is

$$f = \frac{n}{n-1} \cdot \frac{r r'}{n(r'-r) + (n-1) d}$$

dus als $r' = -r$ is

$$f = \frac{n}{n-1} \cdot \frac{r^2}{2 n r - (n-1) d}$$

derhalve, als d, r, r' en f bekend zijn

$$(r'-r+d) n^2 - \left(\frac{r r'}{f} - r + r' + 2 d\right) n + d = 0$$

of als $r' = -r$ is:

$$(2 r - d) n^2 - \left[\frac{r^2}{f} + 2 (r-d)\right] n - d = 0.$$

Bij ons is $r = -r' = 12{,}125$, $d = 19{,}67$ $f = 16{,}59$, derhalve

$$4{,}58\, n^2 + 6{,}2284\, n - 19{,}67 = 0$$

waaruit

$$n = 1{,}501 \text{ of } -2{,}861,$$

waarvan de eerste wortel die is, welken wij zoeken.

De waarden van r, f en d nu substitueerende in de formule (3), hebben wij

$$k = 6{,}566 - \frac{6{,}566^2}{0{,}501 \times 17{,}684}$$

$$= 6{,}566 - 4{,}865 = 1{,}70,$$

gevende dus volkomene overeenkomst met de zoo even gevondene waarde.

De methode van BESSEL toepassende, verkreeg ik, $k = 1{,}70$ nemende,

E	e		f
110,0	67,65 67,30	67,48	16,54
100,0	55,9 55,8	55,85	16,65
90,0	44,3 44,35	44,325	16,51
80,0	30,7 30,9	30,8	16,55
70,0	12,7 12,6	12,65	16,49
		Gemiddeld	16,55

gevende dus een verschil van 0,04 met de door de methode MAC GILLAVRY gevondene waarde, een verschil, dat binnen de grenzen valt der waarnemingsfouten.

Utrecht, 28 Dec. 1877.

BIJDRAGE

TOT DE

KENNIS DER KINAMINE.

DOOR

A. C. OUDEMANS Jr.

In het jaar 1872 werd door O. HESSE in den bast van eene te Darjeeling in Britsch Indië gekweekte Cinchona Succirubra een nieuw alkaloïde ontdekt, waaraan door hem de naam van kinamine werd gegeven. De eerste opgaven daaromtrent vindt men in het 5e deel van de *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, bl. 265—266.

Later werd door denzelfden scheikundige (*Ann. der Chem. u. Pharm.* 166, bl. 266 en verv.) een meer uitvoerig onderzoek omtrent kinamine in het licht gegeven, terwijl voor korten tijd (*Ber. d. d. chem. Gesellschaft* X, bl. 2157 en verv.) door hem eenige mededeelingen werden gedaan omtrent de thans bekende kina-alkaloïden en daarbij opnieuw de kinamine ter sprake werd gebracht, maar tevens ook de ontdekking van eene daarmede isomere basis, de conkinamine werd aangekondigd.

Het was te verwachten, dat het nieuwe alkaloïde niet uitsluitend aan den bast van de te Darjeeling gekweekte Cinchona Succirubra eigen zou zijn; inderdaad werd het dan ook door DE VRIJ (*Pharm. J. Trans.* [3] 4, p. 609) in een Succirubra-bast van Rungbee, door HOWARD (*Pharm. J. Trans.* [3] 5, p. 1) in den bast van eene uit C. Succirubra en C. Calisaya gewonnene bastaardsoort aangetroffen, en nu onlangs door HESSE (*Ber. der d. chem. Gesellsch.* X, 2157—2158) niet alleen in *alle* door hem onderzochte succirubra-basten van

Java en Britsch-Indië, maar ook in vele Zuid-Amerikaansche, van verschillende Cinchona-soorten afkomstige basten aangetoond, zoodat men het voor uitgemaakt kon houden, dat de kinamine, ofschoon in geringe hoeveelheid voorkomende, toch als een vrij standvastig bestanddeel der echte kinabasten moet worden beschouwd.

Nadat ik mij geruimen tijd onledig had gehouden met het onderzoek omtrent het soortelijk draaiingsvermogen van de voornaamste kina-alkaloïden in vrijen en gebonden toestand, werd bij mij de wensch levendig, ook de nieuw ontdekte kina-basis in dit opzicht na te gaan en zoo mogelijk onze kennis omtrent de eigenschappen van dit gewichtige lichaam aan te vullen. Spoediger dan ik gedacht had werd aan dezen wensch voldaan door de vrijgevigheid van onzen bekenden kinoloog Dr. J. E. DE VRIJ, die mij eene hoeveelheid van ongeveeer 600 gram *quinetum* afstond, te Darjeeling uit den bast van Cinchona Succirubra bereid.

Zooals bekend is wordt onder *quinetum* verstaan het ruwe mengsel van alkaloïden, dat uit eene of andere kina-bast wordt afgescheiden; meer bizonder in Engeland is het onder dien naam bekend. Het praeparaat wordt te Darjeeling bereid door den bast met koud verdund zoutzuur uit te trekken, aan het aftreksel eene zwakke overmaat van sodaloog toe te voegen, het ontstane neêrslag uit te spoelen en te drogen.

Het doet zich voor als een uiterst fijn, stuivend, licht geel gekleurd poeder. Het is betrekkelijk rijk aan cinchonine, cinchonidine en amorphe alkaloïden maar arm aan kinine, en bevat daarvan nauwelijks meer dan het bedrag aan kinamine, zooals uit het volgende blijken zal.

ANALYSE VAN HET QUINETUM.

Het kwam mij wenschelijk voor, alvorens uit de hoofdmassa de kinamine af te scheiden, eene quantitatieve analyse van het quinetum uit te voeren. Daarbij ging ik op de volgende wijze te werk:

Nadat een qualitatief onderzoek had bevestigd, wat mij door Dr. DE VRIJ was medegedeeld, namelijk dat het quinetum geene

merkbare hoeveelheid kinidine (conchinine van HESSE) bevatte, werd eene afgewogene hoeveelheid (5—10 gram) van het praeparaat onder zachte verwarming in zooveel verdund zoutzuur opgelost, dat de vloeistof slechts even zuur reageerde. De gefiltreerde oplossing werd met eene zwakke overmaat van kaliumnatriumtartraat neêrgeslagen en gedurende een etmaal aan zich zelf overgelaten. Daarna werden de afgescheidene tartraten van kinine en cinchonidine afgefiltreerd, voorts met eene matige sterke oplossing van kalium-natriumtartraat en eindelijk met water uitgewasschen. In het luchtdroge mengsel van tartraten werd nu het gehalte aan kinine en cinchonidine bepaald volgens de methode, vroeger door mij (zie *Versl. en Meded.* der Kon. Akad. v. Wetensch 2e Serie, Deel IX, bl. 370 en verv.) beschreven.

De van de beide onoplosbare tartraten afgescheiden vloeistof werd met eene zwakke overmaat van natronloog neêrgeslagen, de neêrslag afgefiltreerd, met water uitgewasschen en op 100° C. gedroogd. De waschwaters werden met het filtraat uitgedampt, om sporen van alkaloïden, die nog opgelost konden gebleven zijn, af te scheiden; de hoeveelheid daarvan bleek echter zoo gering te zijn, dat ik meende die gerust te kunnen verwaarloozen.

Het gedroogde poeder, dat nu hoofdzakelijk cinchonine, kinamine en amorphe alkaloïden moest bevatten, werd gewogen en volledig met absoluten aether uitgetrokken. Toen de aetherische oplossingen zachtjes tot droogwordens verdampt waren en het terugblijvende op nieuw met absoluten aether werd uitgetrokken bleef eene geringe hoeveelheid cinchonine achter, die bij de hoofdmassa van het na uittrekking met aether overgeblevene werd gevoegd. Uit het verschil tusschen de som der met aether uitgetrokkene alkaloïden en de totale hoeveelheid verkregene cinchonine kon het gehalte aan amorphe alkaloïden en kinamine te samen worden opgemaakt.

Om nu de kinamine althans bij benadering te bepalen, trok ik partij van de eigenschap, die dit alkaloïde bezit, van wèl zeer goed bij kookhitte maar zeer weinig bij gewone temperatuur in spiritus van 50 pCt. oplosbaar te zijn. Ik trok alzoo het na verdamping van het aetherische extract overblijvende bij de kookhitte met de bedoelde vloeistof uit. De geheele massa loste op, maar bij bekoeling scheidde zich de kinamine voor

het grootste deel af, terwijl daarentegen hoofdzakelijk de amorphe alkaloïden in oplossing bleven. De afgescheidene kinamine werd nu door eenen BUNSEN'schen filtreertoestel afgescheiden, met een weinig slappen spiritus uitgespoeld, gedroogd en gewogen.

Hetgeen bij het verdampen van de zwak-alcoholische oplossing na afscheiding van de kinamine overbleef en zich na het drogen op 100° C. als eene doorschijnende harsachtige massa voordeed, werd als amorphe alkaloïden in rekening gebracht.

Deze ter afscheiding van kinamine gevolgde weg, hoe gebrekkig ook, komt mij, zelfs ter bereiding van kinamine op grootere schaal, verkieselijker voor dan de door HESSE in zijne eerste verhandeling (*Ann. der Ch. u. Ph.* 166) aangegevene methode, welke daarop heet te berusten, dat het kinamine-chloroplatinaat in water tamelijk oplosbaar is, terwijl daarentegen de chloro-platinaten der amorphe alkaloïden daarin nauwelijks worden opgenomen.

Het is mij gebleken, dat het bedoelde kinamine-chloroplatinaat *zeer weinig* in water oplosbaar is, zoodat het, eenmaal gevormd, met water kan worden uitgewasschen, zonder dat het merkbaar in hoeveelheid vermindert. Desniettemin is het waar, dat, wanneer men bij eene oplossing van kinamine-hydrochloraat, die vrij zoutzuur bevat, eene oplossing van het *zoogenaamde* platinachloried voegt, alleen bij groote concentratie een neerslag ontstaat.

Ook is het mij opgevallen, dat men, eene oplossing van geheel neutraal kinamine-hydrochloraat met eene overmaat van het onder den naam van platina-chloried doorgaande reactief vermengende, nooit de geheele hoeveelheid kinamine neerslaat, maar een aanzienlijk deel daarvan in het van het neerslag afgescheiden vocht terugvindt.

De verklaring daarvan meen ik te mogen zoeken in het feit, dat het door oplossing van platina in koningswater bereide, van zoutzuur zooveel mogelijk bevrijde reactief, zooals de onderzoekingen van WEBER en TOPSÖ en de laatste beslissende proeven van JÖRGENSEN (*J. f. pr. Chem. Neue Reihe* XVI, 345 en verv.) hebben aangetoond, niet uit waterhoudend *platina-chloride*, maar uit waterhoudend *platinachloorwaterstofzuur* ($Pt\,Cl_6\,H_2 + 6\,H_2O$) bestaat.

Bij het toevoegen van eene oplossing dezer verbinding aan

eene oplossing van neutraal kinamine-hydrochloraat wordt zoutzuur vrij en dit laatste oefent, hetzij alleen, hetzij in vereeniging met de overmaat van toegevoegd reactief een oplossenden invloed op het kinamine-chloroplatinaat uit. Is dit laatste eenmaal met water uitgewasschen, zoo blijkt het slechts in zeer geringe mate daarin te worden opgelost.

Bij de quantitatieve analyse van het quinetum heb ik eindelijk nog eene bepaling uitgevoerd van de geringe hoeveelheid water, die het schijnbaar geheel droge poeder bevatte en van het natriumcarbonaat, dat daarin ten gevolge van de wijze van bereiding en onvolledig uitwasschen was teruggebleven.

De uitkomst van het onderzoek, als gemiddelde van drie tamelijk wel overeenkomende analysen was de volgende

Cinchonine.	37.0	pCt.
Kinine.	6.1	〃
Cinchonidine.	22.9	〃
Kinamine	4.5	〃
Amorphe alkaloïden. .	21.1	〃
Natriumcarbonaat . .	2.9	〃
Water	2.7	〃
	97.2	pCt.

BEREIDING VAN KINAMINE UIT HET QUINETUM VAN DARJEELING.

Ter bereiding van kinamine uit de hoofdmassa van het ter mijner beschikking gestelde quinetum, werd dit praeparaat in zoo weinig mogelijk verdund zoutzuur opgelost en aan de oplossing eene meer dan toereikende hoeveelheid kaliumnatriumtartraat toegevoegd, om kinine en cinchonidine in tartraten om te zetten. Na eenige dagen rust werd de vloeistof van het gevormde bezinksel afgefiltreerd en met eene zwakke overmaat van natronloog neergeslagen.

Het uitgewasschen neerslag werd nu herhaaldelijk met spiritus van 60 Gew. Proc. uitgekookt; nadat de alcoholische vloeistoffen door bezinking eenigszins waren geklaard, werden zij voorzichtig afgegoten en afgefiltreerd. Zij bevatten hoofdzake-

lijk amorphe alkaloïden en kinamine nevens eene geringe hoeveelheid cinchonine. De beide laatste alkaloïden zetten zich bij bekoeling allengs in vlokken af, die door middel van een BUNSEN'schen filtreertoestel van de moederloog werden afgezonderd verder met slappen spiritus werden afgewasschen en gedroogd. De zooeven beschrevene uittrekking met slappen spiritus werd met het teruggeblevene zoo lang voortgezet, totdat het afgefiltreerde vocht na verloop van een etmaal geene merkbare hoeveelheid kinamine meer afzette.

Om de onreine geelachtig gekleurde kinamine te zuiveren, werd zij eerst met absoluten aether uitgetrokken. Hierbij bleef eene niet onaanzienlijke hoeveelheid cinchonine terug. Het door verdamping van de aetherische vloeistof verkregen overschot werd nu bij de kookhitte in alcohol van 80 Gew. Proc. opgelost. Bij bekoeling scheidden zich witte op het gewone kininesulfaat gelijkende naalden van bijna zuivere kinamine af. Deze alweder door een BUNSEN'schen filtreertoestel afgezonderd en met slappen spiritus uitgespoeld, werden in een of ander goed kristalliseerbaar neutraal zout omgezet en uit de oplossing daarvan werd eindelijk het alkaloïde door ontleding met natron afgescheiden, en uit alcohol gekristalliseerd. HESSE vermeldt in zijne verhandeling over kinamine (*Ann. der Chem. u. Pharm.* 166) alleen het hydroiodraat als gemakkelijk kristalliseerbaar zout; zooals later blijken zal, zijn echter ook het nitraat, chloraat en perchloraat zeer goed in kristallen te verkrijgen. Het eerste der drie genoemde verbindingen, dat betrekkelijk het meest in water oplosbaar is, leent zich het best ter verkrijging van eene zuivere kinamine-verbinding.

Langs dezen vrij tijdroovenden en omslachtigen weg heb ik uit den ganschen beschikbaren voorraad aan quinetum slechts 20 gram zuivere kinamine kunnen bereiden. De slap alcoholische oplossingen bevatten nog eene zekere hoeveelheid van dit alkaloïde, waarvan de afscheiding met vele bezwaren gepaard ging en ten deele onmogelijk was. Een deel daarvan kon ik meester worden, door de alcoholische moederloogen langzaam te laten verdampen. Van lieverlede zette zich dan eene laag van amorph alkaloïde uit het vocht af, en daarin vormden zich allengs zeer net gevormde tetragonale zuiltjes van kinamine, die

soms eene lengte hadden van 2 à 3 millimeters en eene dikte van 1 millimeter. Goot men het bovenstaande vocht af en behandelde men de laag van gemengde alkaloïden met spiritus van 60 Gew. Proc., zoo losten de amorphe alkaloïden op, maar de kristalletjes van kinamine bleven nagenoeg ongedeerd achter.

SAMENSTELLING EN EIGENSCHAPPEN DER KINAMINE.

HESSE heeft in zijne verhandeling over kinamine (*Ann. der Chem. u. Pharm.* 166) aan dit lichaam de formule $C_{20}H_{26}N_2O_2$ toegekend en wel op grond van de resultaten, bij de elementair-analyse van het vrije alkaloide en bij de bepaling van het iodium-gehalte van het hydroiodaat verkregen. In het laatst van het voorgaande jaar echter (*Ber. der deutschen chemischen Gesellschaft,* deel X) neemt hij de formule $C_{19}H_{24}N_2O_2$ aan en wel, omdat bij de omzetting van kinamine in apokinamine (eene nieuwe basis, die volgens hem aan de formule $C_{19}H_{22}N_2O$ beantwoordt) onder den invloed van broomwaterstof geen methylbromied gevormd wordt; iets dat *wèl* en zelfs tot een bedrag van 25 pCt. van het gewicht der oorspronkelijke stof zou moeten geschieden, wanneer de éerst voor kinamine aangenomene formule de juiste was. ($C_{20}H_{26}N_2O_2 + BrH$ zouden dan namelijk geven: $C_{19}H_{22}N_2O + H_2O + CH_3Br$.)

Daar HESSE nog geene analysen van de door hem verkregene verbindingen heeft openbaar gemaakt en zich tot eene korte uiteenzetting van de door hem verkregene uitkomsten heeft bepaald, is het voor 's hands onmogelijk, om de wetenschappelijke waarde van de door hem bijgebrachte gronden te beoordeelen.

De analysen van kinamine, die door mij werden verricht, gaven de volgende uitkomsten:

1) 0.2246 gr. kinamine gaven bij verbranding 0.6045 gr. CO_2 en 0.1702 gr. H_2O.

2)	0.2088	gr.	kinamine	gaven	0.5613	gr. CO_2	en	0.1297	gr. H_2O.
3)	0.2382	〃	〃	〃	0.6413	〃	〃	0.1746	〃 〃
4)	0.2206	〃	〃	〃	0.5913	〃	〃	0.1607	〃 〃
5)	0.2356	〃	〃	〃	0.6348	〃	〃	0.1758	〃 〃
6)	0.2124	〃	〃	〃	0.5708	〃	〃	0.1628	〃 〃
7)	0.2166	〃	〃	〃	0.5840	〃	〃	0.1518	〃 〃

De analysen 1—4 werden verricht met eene laag zilver, en de analysen 5 en 6 met eene rol kopergaas voor in de buis: van het begin der analyse werd langzaam zooveel zuurstof overgevoerd als noodig was om de stof te verbranden zonder het kopergaas aan te tasten. De laatste analyse werd verricht met kopergaas voor in de buis, maar vóór en gedurende de verbranding werd zuivere stikstof doorgevoerd, terwijl vooraf het kopergaas in datzelfde gas werd uitgegloeid; toen er slechts kool in het platinascheepje was overgebleven, werd de verbranding onder doorvoeren van zuurstof voleindigd.

Uit de resultaten van bovenstaande analysen worden de volgende procenten aan C en H berekend. (De bepaling der stikstof liet ik achterwege, omdat die mij na de proeven van HESSE onnoodig voorkwam.)

	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	$C_{19}H_{24}N_2O_2$	$C_{20}H_{26}N_2O_2$
C.	73.6	73.2	73.4	73.1	73.5	73.3	73.5	73.1	73.6
H.	8.4	7.4	8.1	8.1	8.3	8.5	7.8	7.7	8.0

Deze uitkomsten strooken beter met de vroeger dan met de later door HESSE gegevene formule.

Om ze te toetsen aan de grootte van het moleculairgewicht, heb ik eenige bepalingen verricht van het iodiumgehalte van zuiver goed gekristalliseerd kinamine-hydroiodaat.

De uitkomsten van eenige gewichtsanalysen waren deze:

1)	0.7804	gr.	hydroiodaat	gaven	0.4162	gr.	AgI.
2)	0.7043	"	"	"	0.3763	"	"
3)	1.0473	"	"	"	0.5553	"	"
4)	1.0285	"	"	"	0.5439	"	"

Hieruit berekent men voor het gehalte aan Iodium:

	$C_{19}H_{24}N_2O_2$	$C_{20}H_{26}N_2O_2$.
1) 28.8; 2) 28.9; 3) 28.6; 4) 28.8	28.8	28.0.

De bepaling van iodium volgens de titreermethode van VOLHARD, onder de noodige door hem vermelde voorzorgen verricht, leverde eenige moeilijkheden, omdat zelfs hij overmaat van zilver en vrij veel salpeterzuur zich de vloeistof moeilijk klaarde. Het

schijnt ook, dat het ioodzilver hardnekkig organische stof medesleept; althans menigmaal kon hij het verhitten van het ioodzilver de reuk van de distillatieproducten der kina-alkaloiden worden opgemerkt. Ziehier intusschen de uitkomst:

1.2610 gr. kinamine-hydroiodaat werden in 300 CC. water opgelost, en daarbij gevoegd 300 milligr. Ag in salpeterzure oplossing, eene hoeveelheid juist toereikend wanneer het zout aan de samenstelling $C_{20}H_{26}N_2O_2$, IH beantwoordde. Bij lang schudden bleef de vloeistof melkachtig. Nadat nog 15 milligr. Ag waren toegevoegd, klaarde zich na schudden de vloeistof en er was zilver te veel. Door terugtitreeren met rhodanammonium kwam ik tot het resultaat, dat juist 0.3077 gr. zilver voor het neêrslaan van het jodium noodig waren geweest, en hieruit vindt men weder 28.8 pCt. I.

Ik zou geneigd zijn, aan de resultaten van de jodiumbepalingen, die met de formule $C_{19}H_{24}N_2O_2$ voor kinamine overeenstemmen, meer waarde te hechten dan aan de uitkomsten der elementairanalysen, zoo niet het verschijnsel, dat men bij bijna *alle* analysen een te laag koolstofgehalte vond, mij daarvan terughield, te meer omdat bij andere vroeger door mij met denzelfden toestel geanalyseerde organische stoffen iets dergelijks niet is voorgekomen. Ik laat de zaak dus liever onbeslist en geloof, dat men eerst door vergelijkende analysen van andere zouten hieromtrent tot zekerheid zal kunnen geraken.

Wat nu de eigenschappen van de kinamine betreft, deze zijn reeds grootendeels door HESSE beschreven. Ik veroorloof mij, aan het door hem medegedeelde slechts datgene toe te voegen, wat door hem niet is opgemerkt of in een of ander opzicht van zijne uitkomsten afwijkt.

Reeds boven is medegedeeld, dat bij de langzame verdamping van slappe alcoholische oplossingen van de amorphe alkaloïden uit het quinetum, die nog eene geringe hoeveelheid kinamine bevatten, dit laatste alkaloïde zich in goed gevormde tamelijk aanzienlijke kristalletjes afzet. Deze behooren tot het tetragonale stelsel, toonen zeer duidelijk de combinatie $\infty P \infty . P$ *) en zijn daardoor gemakkelijk te onderscheiden van cinchonine.

*) Na de lezing van de laatste mededeeling van HESSE in de *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft* (Jahrgang X), ben ik eenigen tijd in twijfel ge-

Volgens HESSE lost kinamine in aether zeer gemakkelijk op. Bij een onderzoek daaromtrent kreeg ik uitkomsten, die van de zijne eenigszins afweken.

10.308 gram *zuivere* aether losten namelijk bij 16° C. niet meer dan 0.2128 gram kinamine op, dat is alzoo 2,06 deelen op 100 deelen aether. Wellicht is het verschil tusschen de waarnemingen van HESSE en van mij daaraan toe te schrijven, dat hij geen zuiveren aether bezigde.

Het soortelijk draaiingsvermogen van kinamine is door HESSE alleen bepaald voor oplossingen in sterken alcohol. Ik heb die bepaald voor oplossingen van het alkaloïde in absoluten alcohol, absoluten aether, alcohol van 90 Gew. Proc., zuiveren benzol en zuiveren chloroform. De uitkomsten van dit onderzoek vindt men in het volgende overzicht. Grootere concentraties dan de daarin aangegevene konden althans bij aether en alcohol niet worden bereikt †).

Aard van het oplosmiddel.	Aantal grammen der stof op 100 C.C.	l.	α_D §) waargenomen.	$(\alpha)_D$ berekend.
		mm.		
Absolute alcohol	0.5020	303.8	1°35'5	
" "	"	"	1°36'	104°.6
" "	"	"	1°35'5	

weest, of de waargenomene kristallen wellicht uit het door HESSE ontdekte conkinamine bestonden. Ik geloof echter te mogen beweren, dat dit niet het geval is; de tetragonale kristallen toch, soms eene lengte hebbende van 2—3 millimeters gaven bij het omkristalliseeren uit alcohol weder fijne naaldjes van hetzelfde uiterlijk als men ze gewoonlijk bij kinamine waarneemt. Ongelukkig heb ik verzuimd, het S. D. V. er van te bepalen, waardoor aan allen twijfel een einde kon worden gemaakt. Later vind ik wellicht gelegenheid op dit punt terug te komen.

†) Alle in deze tabel en ook later voorkomende bepalingen van het soortelijk draaiingsvermogen zijn verricht op de vroeger door mij beschrevene wijze. Een zeker gewicht van de stof werd in het oplosmiddel in een klein maatkolfje tot een bepaald volumen van ongeveer 20 C.C. verdeeld en deze vloeistof met den polaristrobometer onderzocht. Het S. D. V. der zelfstandigheid werd dan berekend met behulp van de formule

$$(\alpha)_D = \frac{V\alpha}{lp}.$$

§) Elk van de in kolom IV onder de rubriek α_D opgenomen cijfers is het midden van eene serie van 4 waarnemingen, in de 4 quadranten met den polaristrobometer gedaan.

Aard van het oplosmiddel.	Aantal grammen der stof op 100 C.C.	l.	α_D waargenomen.	$(\alpha)_D$ berekend.
		mm		
Absolute alcohol	1.0160	303.8	3°12'5	103°.9
〃 〃	〃	〃	3°12'5	
〃 〃	〃	〃	3°12'5	
〃 〃	〃	〃	3°13'	
〃 〃	1.4940	〃	4°39'	102°.8
〃 〃	〃	〃	4°39'	
〃 〃	1.7735	〃	5°26'5	100°.7
〃 〃	〃	〃	5°27'5	
Alcohol van 90 Gew. Proc.	1.6475	〃	5° 5'	101°.5
Absolute aether	0.4583	〃	1°40'5	121°.4
〃 〃	〃	〃	1°40'	
〃 〃	〃	〃	1°41'5	
〃 〃	1.0239	〃	3°45'	119°.9
〃 〃	〃	〃	3°43'	
〃 〃	〃	〃	3°44'	
Chloroform	0.7220	〃	2° 9'5	94°.9
〃	〃	〃	2° 9'	
〃	〃	〃	2° 8'	
〃	〃	〃	2° 8'5	
〃	1.5120	〃	4°18'5	94°.0
〃	〃	〃	4°19'5	
〃	〃	〃	4°19'	
〃	2.2350	〃	6°29'	93°.3
〃	〃	〃	6°28'	
〃	〃	〃	6°27'	
Benzol	0.8560	〃	2°35'	99°.3
〃	〃	〃	2°36'	
〃	〃	〃	2°33'	
〃	〃	〃	2°35'	
〃	1.4890	〃	4°35'	100°.9
〃	〃	〃	4°33'	
〃	〃	〃	4°32'5	
〃	〃	〃	4°34'	

Uit bovenstaande uitkomsten blijkt, dat het soortelijk draaiingsvermogen van kinamine voor oplossingen in verschillende neutrale vloeistoffen niet hetzelfde is en voor alle onderzochte gevallen van den concentratiegraad afhankelijk is.

Met behulp van eene grafische voorstelling leidt men uit bovenstaande cijfers de volgende waarden van $(\alpha)_D$ voor oplossingen in absoluten alcohol en chloroform af

Absol. Alcohol.

$\frac{p}{100\,V}$	$= 0.5$	$(\alpha)_D$ =	$104^0.6$
"	$= 1$	" =	$104^0.0$
"	$= 1.5$	" =	$102^0.2$
"	$= 2$	" =	$99^0.1$

Chloroform.

$\frac{p}{100\,V}$	$= 0.5$	$(\alpha)_D$ =	$95^0.2$
"	$= 1$	" =	$94^0.6$
"	$= 1.5$	" =	$94^0.0$
"	$= 2$	" =	$93^0.4$
"	$= 2.5$	" =	$92^0.8$

REACTIES OP KINAMINE.

Hesse heeft in zijne verhandeling in Bd. 166 van Liebig's Annalen opmerkzaam gemaakt op de kleursverandering, die oplossingen van kinaminezouten ondergaan, wanneer daaraan eene oplossing van goudchloried en platinachloried wordt toegevoegd. In verband met het onbestendig karakter van het alkaloïde liet zich verwachten, dat deze kleursveranderingen het gevolg moesten zijn van oxydatieverschijnsels en was het waarschijnlijk, dat ook de toepassing van andere oxydantia tot analoge verkleuringen aanleiding zouden geven.

Toen ik trachtte, daaromtrent een meer uitvoerig onderzoek in het werk te stellen, ondervond ik al spoedig het bezwaar, dat sommige der gebezigde reactieven, (zooals bijv. het chroomzuur), zelf gekleurd zijn of (zooals met het goudchloried het geval is) nederslagen vormen, en daardoor het verschijnsel min of meer onduidelijk maken.

Dit bracht mij op het denkbeeld, om nevens geheel kleur-

looze reactieven, ook de werking van gasvormige zelfstandigheden op kinaminezouten na te gaan, en zoo kwam ik tot de ontdekking, dat deze laatste zeer gevoelig zijn voor de dampen van het chloorperoxyde, en tevens dat de kleursveranderingen die zij ondergaan, afhankelijk zijn van onderscheidene omstandigheden, vooral van de af- of aanwezigheid van vrij zwavelzuur en van de concentratie der oplossingen. In het navolgende vermeld ik eenige reacties, waardoor zelfs kleine hoeveelheden kinamine (fracties van 1 milligram) gemakkelijk kunnen worden herkend.

1°. Wanneer men een druppel van eene oplossing van een kinaminezout voorzichtig laat vloeien op geconcentreerd zwavelzuur, dat eene kleine hoeveelheid salpeterzuur bevat, zoo neemt men op de plaats, waar de vloeistoffen zich met elkaar vermengen, bij groote concentratie van de kinaminezout-oplossing eene kastanjebruine bij grootere verdunning eene prachtige oranje kleur waar. Verdunt men nu het gezamenlijke vocht allengskens met water, zoo wordt dit meer purperkleurig en eindelijk zwak rozerood.

2°. Wanneer men een blad gewoon stevig schrijfpapier (met behulp van eene veeren pen) beschrijft met eene niet te sterke oplossing van kinamine in weinig zwavelzuur en op een horlogieglas legt, waarin men een weinig geconcentreed zwavelzuur en een paar korreltjes kaliumchloraat heeft gebracht, zoo wordt het schrift na eenige secunden bruinachtig of olijfkleurig. Laat men het papier nu aan de lucht liggen, zoo verkrijgen de letters na korteren of langeren tijd eene rozenroode kleur.

Wordt aan de oplossing van het kinaminezout, voordat het met het chloorperoxyd in aanraking komt, een tamelijk aanzienlijke hoeveelheid sterk zwavelzuur toegevoegd, zoo zijn de verschijnselen geheel anders. De boven beschrevene olijfgroene of bruine verkleuring wordt dan veel spoediger waargenomen. Laat men na eenige secunden het beschreven papier aan de lucht liggen, zoo gaat de vaalbruine tint allengs in een prachtig hemelsblauw en, zoo de oplossing betrekkelijk veel kinamine bevat, in een donker blauw-zwart over. Bevochtigt men de blauwe letters met water zoo worden ze rozenrood; en omgekeerd kan men soms door bedruppeling van rozerood gekleurde

karakters met tamelijk sterk zwavelzuur, vooral aan den rand, de vorming van eene blauwe zelfstandigheid waarnemen.

Deze verschijnselen leveren mijns inziens het bewijs, dat bij de oxydatie van kinamine door chloorperoxyd eene scheikundige verbinding gevormd wordt, die in watervrijen toestand blauw, maar in waterige oplossing rozerood is. De gedragingen van de bedoelde stof herinneren geheel aan die van het cobaltochloried, dat watervrij of bij groote concentratie eener oplossing en bij aanwezigheid van veel zoutzuur blauw, maar bij oplossing in water rozerood is.

Ten slotte zij hier vermeld, dat de beschrevene reactie tegenover chloorperoxyd niet plaats heeft met kinine, kinidine, cinchonine, cinchonidine, kinicine en cinchonicine.

ZOUTEN VAN KINAMINE.

Hesse heeft eenige zouten van kinamine nagegaan en vond, dat het neutrale hydroiodaat gemakkelijk te kristalliseeren was, maar daarentegen het neutrale hydrochloraat, het neutrale en zure tartraat amorph waren, het neutrale sulfaat slechts moeilijk in kristallen te verkrijgen was en het acetaat zich zeer gemakkelijk in oplossingen onder afzetting van vrije kinamine ontleedde.

Ik heb de uitkomsten van Hesse ten opzichte van de door hem onderzochte zouten geheel bevestigd gevonden. Te vergeefs heb ik ook getracht een gekristalliseerd *zuur sulfaat* ($C_{19} H_{24} N_2 O_2, SH_2 O_4 + x\ aq$), een neutraal *hydrobromaat* en een neutraal *oxalaat* te verkrijgen. De synthetisch vervaardigde oplossingen droogden onder den exsiccator tot gomachtige massaas op en het praeparaat, dat aan de samenstelling van een zuur sulfaat beantwoordde, werd allengs vrij donker bruin gekleurd. Ik vermoed, dat hierbij reeds te gelijkertijd eene omzetting van kinamine in kinamicine plaats greep.

De oplossing van het synthetisch bereide *formiaat* toonde bij langzaam verdampen meer neiging tot kristallisatie, en ik twijfel er niet aan of dit zout, op eenigszins grootere schaal bereid, zou gemakkelijk in kristallijnen vorm zijn te verkrijgen. Bij

de proeven op kleine schaal, met hoeveelheden kinamine van $^1/_2$—1 gram genomen, kreeg ik bij vrijwillige verdamping van de oplossing kristallen van een in water oplosbaar zout, maar tevens eene gomachtige massa.

Betrekkelijk gemakkelijk kristalliseeren het *chloraat, perchloraat* en *nitraat* en deze zouten, eens in drogen toestand verkregen, zijn zeer bestendig, althans zoo men ze niet onmiddellijk aan de werking van het zonlicht blootstelt.

Het *nitraat* ($C_{19}H_{24}N_2O_2$, NO_3H) is watervrij en zet zich hetzij bij langzame verdamping van eene verzadigde oplossing onder eenen exsiccator, hetzij bij bekoeling van eene warme geconcentreerde oplossing in kristallen af, die tot het monoklinische stelsel behooren. Bij verschillende kristallen werden de combinaties ∞ P. — P ∞ en ∞ P. + P∞. — P ∞ waargenomen. Het droge zout wordt in het zonlicht allengskens bruingeel gekleurd en lost bij eene temp. van 15° C. in 16,^{53} deelen water op. In warm water en in alcohol wordt het veel gemakkelijker opgenomen.

De bepalingen van het soortelijk draaiingsvermogen gaven mij voor eene temperatuur van 16° C. en voor oplossingen in water en alcohol de volgende uitkomsten:

Aard van het oplosmiddel.	Aantal grammen op 100 C.C.	l.	α_D waargenomen.	$(\alpha)_D$ berekend.
		mm.		
Water	0.997	303.8	2°55′	
〃	〃	〃	2°58′	96°.8
〃	〃	〃	2°54′	
〃	1.934	〃	5°50′	
〃	〃	〃	5°52′	97°.0
〃	〃	〃	5°50′	
〃	〃	〃	5°51′	
Absolute alcohol	0.9945	〃	3°18′	109°.2
〃 〃	〃	〃	3°18′	
〃 〃	2.036	〃	6°46′	109°.6
〃 〃	〃	〃	6°48′	

Uit deze gegevens berekent men voor het S. D. V. van kinamine in den vorm van nitraat *)

voor oplossingen in water $^1/_{100}$–$^2/_{100}$) $(\alpha)_D$ = ↗ 116°.3–116°.8
〃 〃 〃 alcohol ($^1/_{100}$–$^2/_{200}$) $(\alpha)_D$ = ↗ 131°.3–131°.8

Het *chloraat* is insgelijks watervij en kristalliseert in het rhombische stelstel. De meest waargenomene vormen waren de dubbelpyramide P, en de combinaties OP . ∞P; OP . ∞P . $\bar{P}\infty$ en ∞P . $\breve{P}\infty$.

Het zout lost in 137 deelen water van 16° C. op, veel gemakkelijker echter in alcohol en in water van hoogere temperatuur. De waterige oplossing wordt vooral bij overmaat van chloorzuur in het zonlicht of bij verwarming allengskens bruinrood gekleurd.

Het *perchloraat* scheidt zich uit waterige oplossingen in den vorm van watervrije kristallen af, die waarschijnlijk tot het monoklinische stelsel behooren en tweelingen vertoonen welke veel overeenkomst hebben met die van gips. De kristallen zijn echter zeer onduidelijk. Oppervlakkig beschouwd komen zij met die van het kinamine-hydrojodaat zeer sterk overeen.

De bepaling van het soortelijk draaiingsvermogen leverde voor alcoholische oplossingen en voor eene temp. van 16° C. de volgende uitkomsten op:

Aard van het oplosmiddel.	Aantal grammen op 100 C.C	*l*.	α_D waargenomen.	$(\alpha)_D$ berekend.
		mm.		
Absolute alcohol	0.709	303 8	2° 9′	
〃 〃	〃	〃	2° 8′	↗ 99°.3
〃 〃	〃	〃	2° 9′	
〃 〃	2.1335	〃	6°25′	
〃 〃	〃	〃	6°23′	↗ 101°.8
〃 〃	〃	〃	6°25′	

*) Bij deze en de volgende berekeningen van dien aard is de formule $C_{19}H_{24}N_2O$ voor kinamine als grondslag aangenomen.

Uit deze cijfers berekent men voor het S. D. V. van het alkaloïde in den vorm van perchloraat (bij eene concentratie van $^{1}/_{140}$—$^{1}/_{47}$) : $(\alpha)_D$ = ↗ 131°.2—134°.3.

Van het *hydroiodaat* kon de kristalvorm niet worden uitgemaakt. De oplosbaarheid van het zout in water is grooter dan die van het perchloraat. Ik vond namelijk dat bij 16° C. 1 deel hydroiodaat in 71 deelen water werd opgenomen. Bij hoogere temperaturen wordt veel meer van het zout opgelost en even als bij de vorige zouten wordt ook het hydroiodaat door alcohol veel gemakkelijker dan door water opgenomen.

De bepalingen van het soortelijk draaiingsvermogen leverden voor alcoholische oplossingen en voor eene temp. van 16° C. de volgende uitkomsten op.

Aard van het oplosmiddel.	Aantal grammen op 100 C.C.	*l.*	α_D waargenomen.	$(\alpha)_D$ berekend.
		mm.		
Absolute alcohol	1.068	303.8	2°59'	
〃	〃	〃	3° 0'	↗ 92°.5
〃	〃	〃	3° 2'	
〃	〃	〃	3° 0'5	
〃	1.644	〃	4°41'	
〃	〃	〃	4°44'	↗ 94°.4
〃	〃	〃	4°43'	
〃	2.310	〃	6°42'	
〃	〃	〃	6°43'	↗ 95°.8
〃	〃	〃	6°44'	

Voor het soortelijk draaiingsvermogen van kinamine bij de aangegevene concentraties berekent men uit bovengenoemde cijfers de waarden ↗ 130°.3—133°.0—135°.0.

Omtrent het *chloroplatinaat* van kinamine zegt HESSE, dat het zich van de overeenkomstige zouten der overige kina-alkaloïden door zijne groote oplosbaarheid in water onderscheidt. Volgens hem zou platinachloried alleen in zeer geconcentreerde oplossingen van het hydrochloraat een geel vlokkig neerslag doen ontstaan, dat bij toevoeging van weinig water weder

oplost. Daar het zout buitendien in zijne waterige oplossing gemakkelijk ontleed wordt, zoo moest hij van het bereiden van het droge chloroplatinaat en van de analyse der verbinding afzien.

Het groote belang, dat aan de kennis van de samenstelling van het kinamine-chloroplatinaat verbonden is, bracht er mij toe, om niettegenstaande de door HESSE verkregene ongunstige uitkomsten, de bereiding van het zout te beproeven. Daartoe maakte ik eerst synthetisch eene oplossing van het zure kinamine-hydrochloraat $C_{19} H_{24} N_2 O_2$, 2 H Cl in weinig water, en voegde daaraan de ter vorming van een chloroplatinaat $Pt Cl_4(C_{19} H_{24} N_2 O_2)$, 2 H Cl berekende hoeveelheid platinachloried toe. Het resultaat was negatief; er ontstond geen neêrslag en de oplossing, in het donker onder een exsiccator geplaatst, droogde allengs tot eene amorphe maar gedeeltelijk ontlede massa op.

Inmiddels kwam mij de reeds boven (zie blz. 261) aangehaalde mededeeling van JÖRGENSEN over de samenstelling van het *zoogenaamde* platinachloried onder de oogen en leerde ik daaruit, dat bij toevoeging van eene oplossing dezer stof tot eene oplossing van zuur kinamine-hydrochloraat 2 moleculen chloorwaterstof vrij moesten worden, wanneer het chloroplatinaat van kinamine eene samenstelling had, analoog aan die van de chloroplatinaten der andere meer bekende kina-alkaloïden ($PtCl_6H_2 + C_{19}H_{24}N_2O_2$, 2 HCl $=$ $Pt Cl_6$, $C_{19} H_{24} N_2 O_2 + 2$ H Cl), en daar het mij nu mogelijk scheen, dat verdund zoutzuur het kinamine-chloroplatinaat zou kunnen oplossen, beperkte ik bij eene tweede proef zooveel mogelijk de hoeveelheid zoutzuur, voegde bij eene oplossing van *neutraal* kinamine-hydrochloraat eene vrij geconcentreerde op lossing van platinachloorwaterstofzuur en verkreeg *zóó* werkelijk zonder eenig bezwaar het verlangde chloroplatinaat in den vorm van een amorph geel neerslag, dat, eenmaal door de BUNSEN'sche filtreerpomp afgescheiden, veilig met water kon worden uitgewasschen en slechts weinig daarin oploste.

Wordt het zout aan de lucht gedroogd, zoo doet het zich als een gele amorphe stof voor, die vrij bestendig is en zich althans binnen den tijd van eenige weken niet ontleedt. Het verdraagt eene temperatuur van 100° C. zonder eene diepingrijpende

scheikundige verandering te ondergaan en verliest daarbij slechts het scheikundig gebonden water, waarbij tevens de kleur der verbinding een weinig donkerder wordt. Bij iets hoogere temperatuur (120°—130° C.) schijnt reeds ontleding plaats te grijpen. De verbinding begint samen te bakken en wordt veel donkerder gekleurd.

In aanraking met water is het chloroplatinaat veel minder bestendig dan in volkomen drogen toestand. Laat men een weinig van de versch neergeslagene en uitgewasschene verbinding onder eene laag water in het donker staan, zoo wordt dit allengs lichtgeel gekleurd, maar uit de geringe vermindering van het niet opgeloste is gemakkelijk op te maken, dat de oplosbaarheid van het zout in *zuiver* water zeer gering is. Allengskens wordt na verloop van een paar weken het vaste zout, evenals de vloeistof, rozerood gekleurd en eindelijk blijft er nevens gereduceerd platina niet anders over dan eene in water en alcohol bijna onoplosbare rozeroode verbinding, die op een filtrum afgezonderd, door sterk zoutzuur blauw wordt gekleurd, in met zoutzuur bedeelden alcohol eenigermate onder vorming van eene lichtblauwe vloeistof wordt opgelost en over het geheel vrij bestendig schijnt te zijn. Waarschijnlijk is deze stof identiek met die, welke bij de werking van chloorperoxyd op kinamine wordt gevormd.

De zeer slappe oplossing van het kinamine-chloroplatinaat in filtreerpapier opgezogen, wordt daarin allengs tot dezelfde blauwe verbinding gereduceerd, die evenwel bij bevochtiging met water allengs rozerood wordt.

De uitkomsten der analysen van het kinamine-chloroplatinaat waren de volgende:

1) 0.4479 gram luchtdroog zout verloren bij drogen op 100° C. 0.0260 gram water.

2) 0.5087 gram luchtdroog zout verloren bij drogen op 100° C. 0.0299 gram. water.

3) 0.4300 gram op 100° C. gedroogd zout gaven bij verbranding met loodchromaat 0.6802 gram CO_2 en 0.2340 gram H_2O.

4) 0.2333 gram op 100° C. gedroogd zout gaven 0.3798 gram CO_2 en 0.1223 gram H_2O.

5) 0.4489 gram op 100° C. gedroogd zout lieten bij voorzichtig gloeien achter 0.0846 gram platina.

6) 0.2404 gram. op 100° C. gedroogd zout lieten na gloeiing achter 0.0472 gram platina.

7) 0.4880 gram *luchtdroog* zout gaven 0.0894 gram platina en 0.3802 gram. Ag. Cl.

Uit deze resultaten berekent men voor het watergehalte van het zout een bedrag van 5.85—5.9 pCt., beantwoordende aan ongeveer 3 H_2O op 1 molec. watervrij chloroplatinaat en verder voor de procenten aan C, H, Pt en Cl in de op 100° gedroogde stof het volgende:

	3)	4)	5)	6)	7)
C	43.1	44.2	—	—	—
H	6.0	5.8	—	—	—
Pt	—	—	18.8	19.6	19.5
Cl	—	—	—	—	20.5

Deze uitkomsten stemmen tamelijk wel overeen met de formule 2 (Ch, H Cl), Pt Cl_4 voor het droge zout, waarin Ch, hetzij door de formule $C_{19} H_{24} N_2 O_2$, hetzij door $C_{20} H_{26} N_2 O_2$ kan worden uitgedrukt. Immers voor de samenstelling van het droge chloroplatinaat berekent men, voor de beide zoo even aangevoerde formulen het volgende:

	$2(C_{19}H_{24}N_2O_2,HCl)PtCl_4$	$2(C_{20}H_{26}N_2O_2,HCl)PtCl_4$
C	43.0	44.9
H	4.8	5 1
Pt	19.1	18.5
Cl	20.5	20.0.

Het zou echter, in verband met het veel te hoog gevonden water-stofgehalte, de vraag kunnen zijn, of het chloroplatinaat op 100° C. gedroogd, wellicht nog scheikundig gebonden water bevat. In verband met de voor chloor en platina gevonden cijfers houd ik dit voor onwaarschijnlijk en geloof ik het te hoog gevonden waterstofgehalte te moeten toeschrijven aan eene font van de analyse, het gevolg van occlusie van

waterstof door het kopergaas, dat bij de analyse was gebezigd.

Ofschoon de verkregene cijfers overigens niet genoeg overeenstemming vertoonen, om, ten aanzien van de moleculairformule der kinamine tot eene beslissing te komen, zoo laten zij toch geen twijfel over omtrent het feit, dat kinamine eene eenzurige basis is, eene uitkomst, die, zooals blijken zal, geheel overeenstemt met de resultaten van het onderzoek omtrent den invloed van zuren in overmaat op het S. D. V. van de kinamine.

SOORTELIJK DRAAIINGSVERMOGEN VAN KINAMINE BIJ OPLOSSING IN EENE OVERMAAT VAN ZUREN.

In mijne verhandeling „Over het soortelijk draaiingsvermogen der voornaamste kina-alkaloïden in vrijen en gebonden toestand, (Natuurk. Verh. der Koninklijke Akademie Deel XVI. Ann. der Chem. in Pharm. 182. 33 en verv.), heb ik de uitkomsten medegedeeld van eenige onderzoekingen omtrent den invloed, dien verschillende hoeveelheden van sommige anorganische en organische zuren onder overigens gelijke omstandigheden op het soortelijk draaiingsvermogen van de vier meer algemeen bekende kina-alkaloïden uitoefenden. Eene hoeveelheid van ongeveer 316 milligr. alkaloïde werd onder toevoeging van de gewenschte hoeveelheid zuur en van de ter aanvulling noodige hoeveelheid water bij 17° C. op een volumen van 20 C.C. gebracht en de alzoo verkregen oplossing telkens onderzocht.

Ik heb ditzelfde onderzoek ook met kinamine bij eene temperatuur van 16° C. verricht en alzoo telkens ongeveer 0.326 gram kinamine, na toevoeging van de bepaalde hoeveelheid zuur door verdunning met water op 20 C. C. gebracht. De gebezigde zuren waren dezelfde als die, waarvan de invloed vroeger was nagegaan; alleen de proeven met overchloorzuur werden achterwege gelaten, omdat dit met kinamine een in water zeer moeilijk oplosbaar perchloraat vormt.

De uitkomsten van het onderzoek waren de volgende:

Chloorwaterstofzuur.

Gewicht aan kinamine op 20 C.C. van de oplossing.	Aantal moleculen ClH op 1 mol. alkaloïde	l.	α_D waargenomen.	$(\alpha)_D$ berekend.
		mm		
0.3265 gr.	1 *)	303.8	5°41'	114°.4
〃 〃	〃	〃	5°40'5	
〃 〃	〃	〃	5°40'	
0.3334 〃	2	303.8	5°56'	117°.6
〃 〃	〃	〃	5°57'	
0.3218 〃	3	303.8	5°43'	116°.9
〃 〃	〃	〃	5°43'5	
0.3224 〃	4	303.8	5°45'	117°.1
〃 〃	〃	〃	5°44'5	
〃 〃	〃	〃	5°42'5	
〃 〃	〃	〃	5°46'	
0.3249 〃	7	303.8	5°47'	117°.3
〃 〃	〃	〃	5°49'	
〃 〃	〃	〃	5°47'	
0.3290 〃	10	303.8	5°48'	117°.0
〃 〃	〃		5°53'	
〃 〃	〃		5°51'	
〃 〃	〃		5°51'	
0.3228 〃	20	303.8	5°41'	115°.9
〃 〃	〃	〃	5°40'	
〃 〃	〃	〃	5°41'	
0.3270 〃	30	303.8	5°38'5	112°.8
〃 〃	〃	〃	5°35'	
〃 〃	〃	〃	5°35'	
〃 〃	〃	〃	5°36'	
0.3266 〃	40	303.8	5°22'	108°.2
〃 〃	〃	〃	5°22'	

*) Bij het toevoegen van één molec. van een eenbasisch of 1/2 molec. van een tweebasisch zuur was het niet mogelijk, het alkaloïde geheel in oplossing te brengen, en moest iets meer zuur worden toegevoegd. Dit meerdere bedroeg echter gewoonlijk niet meer dan 1/20, in een enkel geval 1/10 molec. In verband met de geringe variatie van het S. D. V. der kinamine onder den invloed van zuren mogen deze kleine afwijkingen van de juist toereikende hoeveelheid zuur geacht worden van geen belang te zijn. De hoeveelheid van 0.326 gram kinamine is berekend naar de oude formule van Hesse ($C_{20}H_{26}N_2O_2$). Bij het aannemen van de

Salpeterzuur.

Gewicht aan kinamine op 20 C.C. van de oplossing.	Aantal moleculen NO_3H op 1 mol. alkaloïde.	*l.*	α_D waargenomen.	$(\alpha)_D$ berekend.
		mm.		
*)	1	—	—	↗ 116°.5
0.3286 gr.	2	303.8	5°50′	↗ 116°.8
" "	"	"	5°50′	
0.3272 "	3	303.8	5°49′	↗ 117°.7
" "	"	"	5°51′	
0.3281 "	4	303.8	5°50′	↗ 117°.0
" "	"	"	5°50′	
" "	"	"	5°50′.5	
" "	"	"	5°50′	
0.3273 "	7	303.8	5°48′.5	↗ 116°.7
" "	"	"	5°48′	
0.3288 "	12	303.8	5°44′	↗ 114°.8
" "	"	"	5°43′.5	
" "	"	"	5°44′	
0.3263 "	20	303.8	5°38′.5	↗ 114°.4
" "	"	"	5°41′	
" "	"	"	5°41′	

Chloorzuur.

Gewicht aan kinamine op 20 C.C. van de oplossing.	Aantal moleculen ClO_3H op 1 mol. alkaloïde.	*l.*	α_D waargenomen.	$(\alpha)_D$ berekend
		mm.		
0.3250 gr.	1	303.8	5°42′	↗ 116°.1
" "	"	"	5°44′	
" "	"	"	5°45′	
" "	"	"	5°46′	
0.3235 "	2	303.8	5°42′	↗ 116°.0
" "	"	"	5°42′	
" "	"	"	5°42′	

---

nieuwe formule $C_{19}H_{24}N_2O_2$ zou men 0.312 gram hebben moeten oplossen, maar ook deze afwijking oefent geen merkbaren invloed op het S. D. V. uit.

*) Afgeleid uit het draaiingsvermogen van het in water opgeloste neutrale nitraat.

Chloorzuur.

Gewicht aan kinamine op 20 C.C. van de oplossing.	Aantal moleculen ClO_3H op 1 mol alkaloïde	l	α_D waargenomen.	$(\alpha)_D$ berekend.
		mm.		
0.3124 gr.	4	303.8	5°43′	
″ ″	″	″	5°45′	117°.2
″ ″	″	″	5°44′	
0.3266 ″	8	303.8	5°46′	
″ ″	″	″	5°47′	116°.3
″ ″	″	″	5°45′5	
0.3232 ″	15	303.8	5°45′	115°.2
″ ″	″	″	5°44′	

Azijnzuur.

Gewicht aan kinamine op 20 C.C. van de oplossing.	Aantal moleculen $C_2H_4O_2$ op 1 mol. alkaloïde.	l.	α_D waargenomen.	$(\alpha)_D$ berekend.
		mm.		
0.3258 gr.	1	303.8	5°44′	116°.2
″ ″	″	″	5°46′	
0.3300 ″	2	303.8	5°49′	
″ ″	″	″	5°52′	116°.6
″ ″	″	″	5°52′5	
″ ″	″	″	5°49′	
0.3218 ″	3	303.8	5°43′	116°.9
″ ″	″	″	5°43′5	
0.3254 ″	4	303.8	5°48′	
″ ″	″	″	5°49′5	117°.5
″ ″	″	″	5°49′	
0.3253 ″	5	303.8	5°47′	
″ ″	″	″	5°48′5	118°.0
″ ″	″	″	5°49′	
0.3239 ″	10	303.8	5°50′	
″ ″	″	″	5°49′5	118°.0
″ ″	″	″	5°47′	
″ ″	″	″	5°48′	
0.3255 ″	20	303.8	5°49′5	
″ ″	″	″	5°49′	117°.9
″ ″	″	″	5°49′	
0.3253 ″	40	303.8	5°49′5	117°.9
″ ″	″	″	5°49′5	

Mierenzuur.

Gewicht aan kinamine op 20 C.C. van de oplossing.	Aantal moleculen $C H_2O_2$ op 1 mol. alkaloïde	*l.*	α_D waargenomen.	$(\alpha)_D$ berekend.
		mm.		
0.3249 gr.	1	303.8	5°40'	114°.7
〃 〃	〃	〃	5°40'	
0.3230 〃	2	303.8	5°45'	117°.2
〃 〃	〃	〃	5°45'	
0.3278 〃	4	303.8	5°51'	117°.5
〃 〃	〃	〃	5°51'	
0.3274 〃	10	303.8	5°52'	116°.5
〃 〃			5°49'5	
0.3298 〃	20	303.8	5°51'	116°.8
〃 〃	〃	〃	5°51'	
0.3295 〃	60	303.8	5°49'	116°.6
〃 〃	〃	〃	5°51'	
〃 〃	〃	〃	5°51'	

Zwavelzuur.

Gewicht aan kinamine op 20 C.C. van de oplossing.	Aantal moleculen $S O_4H_2$ op 1 mol. alkaloïde.	*l.*	α_D waargenomen.	$(\alpha)_D$ berekend.
		mm.		
0.3259 gr.	1/2	303.8	5°44'	115°.8
〃 〃	〃	〃	5°43'	
〃 〃	〃	〃	5°44'	
0.3254 〃	1	303.8	5°47'5	116°.4
〃 〃	〃	〃	5°44'5	
〃 〃	〃	〃	5°45'	
〃 〃	〃	〃	5°46'	
0.3279 〃	1 1/2	303.8	5°49'	116°.8
〃 〃	〃	〃	5°49'	
〃 〃	〃	〃	5°49'	
0.3244 〃	2	303.8	5°42'5	116°.4
〃 〃	〃	〃	5°43'	
〃 〃	〃	〃	5°45'	
〃 〃	〃	〃	5°45'	
0.3242 〃	3 1/2	303.8	5°43'	116°.3
〃 〃	〃	〃	5°44'	
〃 〃	〃	〃	5°43'	

Zwavelzuur.

Gewicht aan kinamine op 20 C.C. van de oplossing.	Aantal moleculen SO_4H_2 op 1 mol. alkaloïde.	*l.*	α_D waargenomen.	$(\alpha)_D$ berekend.
		mm.		
0.3270 gr.	5	303.8	5°50′	↗ 116°.5
〃 〃	〃	〃	5°50′.5	
0.3292 〃	10	303.8	5°50′	↗ 116°.6
〃 〃	〃	〃	5°50′.5	
0.3266 〃	20	303.8	5°41′	↗ 114°.9
〃 〃	〃	〃	5°42′	
〃 〃	〃	〃	5°43′	
0.3267 〃	30	303.8	5°30′	↗ 111°.3
〃 〃	〃	〃	5°32′	
〃 〃	〃	〃	5°32′	

Zuringzuur.

Gewicht aan kinamine op 20 C.C. van de oplossing.	Aantal moleculen $C_2H_2O_4$ op 1 mol. alkaloïde.	*l.*	α_D waargenomen.	$(\alpha)_D$ berekend.
		mm.		
0.3235 gr.	1/2	303.8	5°44′	↗ 116°.8
〃 〃	〃	〃	5°44′	
〃 〃	〃	〃	5°45′	
0.3272 〃	1	303.8	5°52′	↗ 118°.1
〃 〃	〃	〃	5°50′	
〃 〃	〃	〃	5°53′	
〃 〃	〃	〃	5°52′	
0.3305 〃	2	303.8	5°54′	↗ 117°.5
〃 〃	〃	〃	5°54′	
0.3231 〃	4	303.8	5°45′	↗ 117°.2
〃 〃	〃	〃	5°45′	
0.3269 〃	6	303.8	5°49′	↗ 117°.2
〃 〃	〃	〃	5°49′	
0.3264 〃	10	303.8	5°48′	↗ 116°.8
〃 〃	〃	〃	5°47′	

Phosphorzuur.

Gewicht aan kinamine op 20 C.C. van de oplossing.	Aantal moleculen PO_4H_3 op 1 mol. alkaloïde.	*l.*	α_D waargenomen	$(\alpha)_D$ berekend.
		mm.		
0.3273 gr.	1 *)	303.8	5°51′	
〃 〃	〃	〃	5°49′	117°.3
〃 〃	〃	〃	5°49′	
0.3272 〃	2	303.8	5°48′	
〃 〃	〃	〃	5°50′	117°.2
〃 〃	〃	〃	5°50′	
0.3266 〃	4	303.8	5°47′5	
〃 〃	〃	〃	5°46′	116°.6
〃 〃	〃	〃	5°48′	
0.3252 〃	8	303.8	5°47′	
〃 〃	〃	〃	5°46′	116°.7
〃 〃	〃	〃	5°45′	
0.3267 〃	20	303.8	5°46′	
〃 〃	〃	〃	5°45′	116°.2
〃 〃	〃	〃	5°46′	

BESCHOUWINGEN OMTRENT EEN VERMOEDELIJK VERBAND TUSSCHEN CHEMISCH KARAKTER EN SOORTELIJK DRAAIINGSVERMOGEN NAAR AANLEIDING VAN DE BOVEN MEDEGEDEELDE UITKOMSTEN.

De uitkomsten, verkregen bij het onderzoek naar den invloed, dien zuren op het soortelijk draaiingsvermogen van kinamine uitoefenen, stemmen in vele opzichten overeen met die, welke ik vroeger bij een dergelijk onderzoek met de meer algemeen bekende kina-alkaloïden verkreeg.

Ook hier zien wij, dat het S. D. V. van het alkaloïde bij eene zekere hoeveelheid toegevoegd zuur een maximum bereikt, om bij verdere toename daarvan allengskens te dalen. De

*) Met $^1/_3$ en $^2/_3$ molecule phosphorzuur kon het alkaloide, zelfs bij zachte verwarming, niet in oplossing worden gebracht.

verklaring van dit verschijnsel vroeger gegeven, zal hier eveneens van toepassing kunnen zijn.

In menig opzicht zijn echter belangrijke verschillen met de vroeger verkregene uitkomsten aan te wijzen.

In de eerste plaats toch valt het in het oog, dat de maxima van S. D. V., voor de onderscheidene bij het onderzoek gebezigde zuren, bij kinamine veel meer met elkander overeenstemmen; zooals blijkt uit het volgende tafeltje, waarin die maxima zijn opgenomen. Ik verkreeg

Voor	het	Oxalzuur.	een	maximum	van	118°.1
"	"	Azijnzuur	"	"	"	118°.0
"	"	Salpeterzuur	"	"	"	117°.7
"	"	Chloorwaterstofzuur .	"	"	"	117°.6
"	"	Mierenzuur	"	"	"	117°.5
"	"	Phosphorzuur	"	"	"	117°.3
"	"	Chloorzuur.	"	"	"	117°.2
"	"	Zwavelzuur	"	"	"	116°.8

Het grootste verschil bedraagt, zooals wij bemerken, hier nauwelijks 1 percent van het bedrag van het S. D. V.

Dit feit schijnt mij toe van beteekenis te zijn. De groote overeenkomst van deze maxima onder elkander schijnt er voor te pleiten, dat hier eene natuurwet ten grondslag ligt, die voorloopig zoodanig zoude kunnen worden uitgedrukt, dat het S. D. V. der alkaloïden door verschillende zuren op gelijke wijze wordt gewijzigd, mits de ontstane verbindingen ten opzichte van de verzadiging der organische basis door het zuur op gelijke lijn kunnen gesteld worden.

De vroeger met de vier voornaamste kina-alkaloïden verkregene uitkomsten zijn hiermede, althans schijnbaar, in strijd; want ik vond *toen*, dat de maxima bij kinine, kinidine, cinchonine en cinchonidine aanzienlijke onderlinge verschillen vertoonden, bedragende 5 à 6 percent van het geheele bedrag van het S. D. V.

Het is echter de vraag, of deze afwijkingen niet te verklaren zijn door den invloed, dien de concentratiegraad op het S. D. V. uitoefent. Indien men dezen kon ontgaan, en de zelfstandighe-

den, waarvan de oplossingen werden onderzocht, in geïsoleerden toestand ten opzichte van haar S. D. V. kon nagaan, zou wellicht blijken, dat die afwijkingen niet bestonden en dat de vier vroeger onderzochte kinabases in den vorm van zure zouten, steeds hetzelfde draaiingsvermogen zouden vertoonen, onverschillig welk zuur ter vorming van het zout was gebezigd.

Ik vind te meer reden, om dit mogelijk te achten, omdat het mij zeer onwaarschijnlijk voorkomt, dat lichamen van hetzelfde chemische karakter zich ten aanzien van de verandering van het S. D. V. onder den invloed van zuren anders zouden gedragen.

Er is nog een ander punt, dat opmerking verdient, namelijk dit, dat bij de toevoeging van 1 molecule van een éénbasisch of van $^{1}/_{2}$ molecule van een tweebasisch zuur aan 1 molecule kinamine het maximum van draaiingsvermogen reeds ten naastenbij is bereikt. In zooverre is er een belangrijk verschil te bespeuren tusschen kinamine en de vroeger door mij onderzochte kina-alkaloïden: en dit verschil springt vooral in het oog, wanneer men den invloed van betrekkelijk zwakke organische zuren (zooals azijnzuur en mierenzuur) op het S. D. V. nagaat. Bij kinine, cinchonine, kinidine en cinchonidine is het S. D. V. bij toevoeging van 2 molec. azijnzuur en 2 molec. mierenzuur tot 1 molec. van het alkaloïde aanzienlijk lager dan het te bereiken maximum, terwijl daarentegen bij kinamine, zoo slechts eene oplossing kan worden verkregen met het minimum van het daartoe noodige zuur, een bedrag voor het S. D. V. wordt waargenomen, dat onder den invloed van veel meer zuur als ter vorming van zure zouten noodig is, nagenoeg niet meer stijgt. Tot staving van het gezegde verwijs ik naar het volgende overzicht, dat geene verdere toelichting behoeft.

	Kinine.	Kinidine.	Cinchonine.	Cinchonidine.	Kinamine.
S. D. V. bij toevoeging van 1 mol. azijnzuur tot 1 mol. alkaloïde.	niet onderzocht	niet onderzocht	niet onderzocht	niet onderzocht	↗ 116°.2
S. D. V. bij toevoeging van 2 mol. azijnzuur tot 1 mol. alkaloïde.	↖ 191°.1	↗ 248°.6	↗ 217°.3	↖ 136°.1	↗ 116°.6
Maximum van S. D. V. onder den invloed van azijnzuur.	↖ 278°.9	↗ 318°.4	↗ 250°.5	↖ 173°.8	↗ 118°.0
S. D. V. bij toevoeging van 1 mol. mierenzuur tot 1 mol. alkaloïde.	niet onderzocht	236°.3	niet onderzocht	niet onderzocht	↗ 114°.7
S. D. V. bij toevoeging van 2 mol. mierenzuur tot 1 mol. alkaloïde.	↖ 172°.6	↗ 286°.2	↗ 242°.2	↖ 157°.0	↗ 117°.2
Maximum van S. D. V. onder den invloed van mierenzuur.	↗ 280°.6	↗ 325°.8	↗ 258°.9	↖ 177°.9	↗ 117°.5

Ik meen het verschil, dat ten aanzien van de verandering van het S. D. V. onder den invloed van zuren tusschen kinamine en de vier andere kinabasis wordt waargenomen, daaraan te mogen toeschrijven, dat de eerste eene eenzurige basis is, en de vier andere lichamen een tweezurig karakter bezitten. De samenstelling van het kinamine-chloroplatinaat en van de chloroplatinaten der andere kina-alkaloïden is daarmede ook geheel in overeenstemming; terwijl het kinamine-zout op één molec. $Pt\,Cl_4$ *twee* moleculen alkaloïde en *twee* moleculen Cl H bevat, bevatten de andere genoemde chloroplatinaten op één molecule $Pt\,Cl_4$, slechts één molecule alkaloïde en twee moleculen Cl H.

Het komt mij niet onwaarschijnlijk voor, dat wat bij de kina-bases wordt waargenomen, zich ook bij andere alkaloïden zal voordoen, en dat alzoo *de bepaling van het S. D. V. van een alkaloïde bij toevoeging van verschillende hoeveelheden zuur een middel zal kunnen zijn om het chemisch karakter daarvan te beoordeelen en uit te maken, of het lichaam één-, twee of meerzurig is.*

Wanneer ik dit vermoeden uitspreek, dat door onderzoekingen op breeder schaal behoort te worden bevestigd, zoo mag ik niet verzuimen op te merken, dat er al aanstonds een feit kan worden aangevoerd, dat met de gemaakte hypothese in strijd schijnt. Het is dit, dat het overzure sulfaat $C_{20}H_{24}N_2O_2, 2\,S\,H_2O_4 + 5\,H_2O$ onder sommige omstandigheden, naar de proeven van HESSE, een eigen S. D. V. bezit, dat, op kinine berekend, grooter is dan dat, hetwelk uit het S. D. V. van het zure sulfaat $C_{20}H_{24}N_2O_2, S\,H_2O_4 + 7\,H_2O$ wordt afgeleid.

De uitkomsten van HESSE hebben mij, dadelijk nadat ik er kennis van genomen had, zeer verrast, omdat ze mij lijnrecht in strijd schenen te zijn met hetgeen ik vroeger ten aanzien van den invloed van overmaat van zwavelzuur op het S. D. V. van kinine had waargenomen. Immers ik vond voor kinine ($p = 1{,}6$ naar de uitdrukkingswijze van HESSE) en twee molec. $S\,H_2O_4\;\alpha)_D = \nwarrow 277^o.5$ en bij vermeerdering van de hoeveelheid zuur *daalde* het S. D. V.

In het denkbeeld verkeerende, dat de voorafgaande vorming

van eene vaste verbinding wellicht iets tot de zaak zou *kunnen* afdoen, en wenschende in elk geval de uitkomsten van HESSE te toetsen, heb ik het overzure sulfaat bereid en daarvoor na oplossing in water, een S. D. V. gevonden, dat op kinine berekend, inderdaad eenigszins afwijkt van dat, hetwelk ik vroeger voor dit alkaloïde bij oplossing in eene groote overmaat van zwavelzuur had gevonden (zie de Bijlage).

Terwijl nu in dit opzicht mijne waarnemingen die van HESSE niet bepaald tegenspreken, komt het mij toch voor, dat het onbestendige karakter der besprokene verbinding, en de omstandigheid, dat het naar mijne vroegere proeven niet gevormd wordt, wanneer men bij eene *oplossing* van het zout $C_{20} H_{24} N_2 O_2, S H_2 O_4$ meer zwavelzuur voegt, niet als een krachtig bewijs tegen de boven geuite stelling mogen gelden. Het komt mij waarschijnlijk voor, dat het overzure kinine-sulfaat behoort tot de zoogenaamde moleculaire verbindingen, en met het zure kalium-acetaat en dergelijke zouten op ééne lijn behoort te worden gesteld.

Uit het op blz. 278—283 gegeven overzicht van het S. D. V. van kinamine blijkt, dat dit alkaloïde in den vorm van neutrale zouten nagenoeg hetzelfde soortelijk draaiingsvermogen vertoont. Het was de vraag, of dit verschijnsel zich ook zou voordoen voor oplossingen in andere vloeistoffen als water. Boven vermeldde ik eenige kristallijne zouten, waarvan het S. D. V. in absoluten alcohol werd bepaald. Berekent men de gevondene waarden op vrije kinamine, dan verkrijgt men, voor de aangegevene grenzen van concentratie, het volgende:

S. D. V. van kinamine in alkoholische oplossingen

berekend	uit	het	nitraat	131°.3—131°.8
"	"	"	hydroiodant	130°.0—135°.0
"	"	"	perchloraat	131°.2—134°.3

Ook hier zien wij dus eene vrij groote overeenstemming.

Bij de vroeger door mij verrichte onderzoekingen omtrent de vier voornaamste kina-alkaloïden werd zoodanige overeenstemming tusschen het S. D. V. zoogenaamde normale zouten niet gevonden. Wellicht is dit juist aan het tweezurige karakter

dier bases toe te schrijven. Immers het is mogelijk, dat bij de vorming van een zout van 1 molec. kinine, cinchonine enz. met 1 molec. van een éénbasisch zuur de invloed van dit laatste op het S. D. V. nog niet is uitgeput en dat onderscheidene zuren zich te dien opzichte verschillend gedragen. Wellicht moet hier ook rekening worden gehouden met den invloed der concentratie.

Nadere onderzoekingen zouden hieromtrent vermoedelijk een helderder licht verspreiden.

BIJLAGE.

OVER HET SOORTELIJK DRAAIINGSVERMOGEN VAN HET OVERZURE KININE-SULFAAT.



Het zout werd bereid door het zure sulfaat $C_{20}H_{24}N_2O_2, H_2SO_4 + 7H_2O$ in water op te lossen en de oplossing, met eene overmaat van zuur gemengd, in een exsiccator boven geconcentreerd zwavelzuur te plaatsen. Na eenigen tijd vormden zich witte zijdeachtige kristallen, die op een BUNSEN'sch filtrum van de moerloog gescheiden, met weinig water uitgespoeld, tusschen filtreerpapier geperst en aan de lucht gedroogd werden.

0.6175 gram van het zout gaven 0.4915 gram $BaSO_4$.

0.3945 gram van het zout verloren bij drogen op 120° C. 0.0574 gram water.

Hieruit vindt men:

		$C_{20}H_{24}N_2O_2, 2SH_2O_4 + 5H_2O$
SO_4H_2	33.4	32.0
kristalwater . . .	14.5	14.8

Van dit zout werden 0.6064 gr. in water tot een volumen van 20° C.C. opgelost. Bij eene lengte der buis van 303°.9mm vond ik het volgende voor de waarden van α

13°26′	13°22′	13°23′
13°53′	13°56′	13°54′
13°58′	13°57′	13°56′
13°43′	13°56′	13°53′
13°45′	13°48′	13°46′5

Midden: α = ↖ 13°46′5

$(\alpha)_D$ berekend op het zout ↖ 149°.4.

" " kinine ↖ 281°.6.

DE MAGNETISCHE COËFFICIËNTEN

VAN EEN

IJZEREN SCHIP AAN WAARNEMINGEN GETOETST,

DOOR

W. VAN HASSELT,

Luitenant ter zee der 2de klasse, gedetacheerd bij het Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut.

De formule:

$$\sin\varphi = A\cos\varphi + B\sin a + C\cos a + D\sin(2a+\varphi) + E\cos(2a+\varphi). \quad (I)$$

of, wanneer de afwijkingen minder dan 20⁰ bedragen:

$$\varphi = A + B\sin a + C\cos a + D\sin 2a + E\cos 2a \quad . \quad (I_a)\ ^{*})$$

leert ons de afwijking uit den magnetischen meridiaan van den magneet, van 't kompas aan boord, kennen.

Hierin is φ de gevraagde afwijking en a de koers van het schip op het miswijzende kompas.

Deze formule geldt echter slechts voor eene bepaalde plaats op aarde — verandert het schip in breedte en lengte, dan wordt ook de formule gewijzigd, aangezien B en C grootheden zijn, die afhangen van de Horizontale intensiteit van het aardmagnetismus en van de inclinatie.

*) A, B, C, D, E uit (I) zijn nagenoeg de sinussen dier coëfficiënten (in bogenmaat uitgedrukt) uit (I_a).

A, D en E zijn constant zoo lang in de plaatsing der ijzermassa's aan boord geene verandering voorvalt.

B en C worden voorgesteld door de onderstaande functiën:

$$B = \frac{B_1}{i} + B_2 \, tang \, \delta \quad \ldots\ldots\ldots \quad (II)$$

$$C = \frac{C_1}{i} + C_2 \, tang \, \delta \quad \ldots\ldots\ldots \quad (III)$$

waarin:

i de Horizontale intensiteit en

δ de inclinatie.

Verder zijn nu B_1 en B_2, C_1 en C_2 constante grootheden evenals A, D en E.

Zijn nu inclinatie en Hor. intensiteit bekend voor de plaats der waarneming, dan zal men A, B_1, B_2, C_1, C_2, D en E kunnen vinden indien men formule (Ia) aldus schrijft: —

$$\varphi = A + B_1 \frac{\sin a}{i} + B_2 \sin a \, tang \, \delta + C_1 \frac{\cos a}{i} + C_2 \cos a \, tang \, \delta$$
$$+ D \sin 2a + E \cos 2a \quad .$$

Neemt men dan op de 32 kompasstreken afwijkingen waar, dan verkrijgt men 32 vergelijkingen met 7 onbekenden, en kunnen daaruit de coëfficiënten worden gevonden.

Hoewel nu voor een aantal plaatsen op aarde de elementen van het aardmagnetismus door waarneming zijn gevonden, zoo is dat aantal betrekkelijk nog gering, en moeten wij in vele gevallen ons bedienen van den Atlas des Erdmagnetismus von GAUSS und WEBER *).

Men kan ook, nadat een schip eene of meer reizen heeft gedaan, en op eenige plaatsen gedurende de reis, door rondpeilingen, de afwijkingen voor verschillende koersen heeft bepaald, de coëfficiënten vinden.

Het hierna volgende voorbeeld zal ons doen zien dat de naauwkeurigheid vrij voldoende is.

*) Wel geeft de "Admiralty-manuel" magnetische kaartjes voor 1874, doch het bestek komt ons wat klein voor.

Zijn nu gedurende de reis op onderscheidene plaatsen door rondpeiling, op de gewone wijze, de afwijkingen bepaald, dan kan men met behulp van formule (I) de waarde van A, B, C, D en E vinden.

Daar A, D en E constant zijn, zal het rekenkunstig gemiddelde van al de voor die grootheden gevondene waarden de waarschijnlijkste waarde geven.

B en C verschillen voor iedere plaats.

Zoekt men nu in de tafels van GAUSS de Hor. intensiteit en de inclinatie van elke waarnemingsplaats op, en stelt men daarmede en met de voor B en C gevondene waarden de formulen (II) en (III) zamen, dan kan men door middel van de methode der kleinste quadraten de waarschijnlijkste waarden van B_1, B_2, C_1 en C_2 vinden.

Wij weten nu wanneer

$$\frac{A + D\, sin\, 2\,a + E\, cos\, 2\,a}{1 + D\, cos\, 2\,a - E\, sin\, 2\,a} = tang\, \alpha$$

wordt gesteld *), dat:

$$sin\,(\varphi - \alpha) = \frac{B\, sin\, a + C\, cos\, a}{1 + D\, cos\, 2a - E\, sin\, 2a}\, cos\, \alpha$$

Substitueren wij hierin de waarden van B en C uit form. (II) en (III), dan komt er:

$$sin(\varphi-\alpha) = \frac{(B_1 sin\, a + C_1 cos\, a) cos\, \alpha}{1 + D cos 2a - E sin 2a} \times \frac{1}{i} + \frac{(B_2\, sin\, a + C_2 cos\, a) cos\, \alpha}{1 + D cos 2a - E\, sin 2a}\, tang\, \delta.$$

Stellende nu:

$$\frac{(B_1\, sin\, a + C_1\, cos\, a)\, cos\, \alpha}{1 + D\, cos\, 2a - E\, sin\, 2a} = M$$

en

$$\frac{(B_2\, sin\, a + C_2\, cos\, a)\, cos\, \alpha}{1 + D\, cos\, 2a - E\, sin\, 2a} = N,$$

*) Zie STAMKART „Regeling van kompassen" bladz. 144 waarin a in plaats van a' en A, B, C, D, E, in plaats van r, m, n, p, q; zoo ook BROUWER, „Zeevaartkunde" 2de deel bladz. 372.

dan verkrijgt men:

$$sin\,(\varphi-\alpha) = \frac{M}{i} + N\,tg\,\delta\,,$$

of, als wij in plaats van de sinus den boog schrijven:

$$\varphi = \alpha + \frac{M}{i} + N\,tg\,\delta$$

Zijn alzoo A, B_1, B_2, C_1, C_2, D, E berekend, dan kan men voor iedere kompasstreek, of van 10° tot 10°, het kompas rond, de waarden van α, M en N vinden, en met behulp van deze waarden en de elementen van het aardmagnetismus φ berekenen.

Zoowel voor de practijk als voor de wetenschap, hebben wij het van belang geacht deze formule aan de waarnemingen te toetsen.

Het materiaal daartoe aan het koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut voorhanden is nog zeer schaarsch, en hoewel in de meteorologische journalen voor stoomschepen eene kolom voorkomt voor afwijkingen, en tevens de gelegenheid gegeven is om gedane rondpeilingen aan te teekenen, zoo vindt men slechts zelden alles volledig ingevuld.

Wij hopen dat de vrij gunstige uitslag van het hier volgend onderzoek de zeevarenden zal aanmoedigen al hunne waarnemingen met juistheid te boeken, en ten minste hun de overtuiging zal geven dat zij niet ongebruikt blijven liggen.

Eenige jaren geleden werd door den Hoogleeraar HOEK een kompas-journaal ontworpen voor de stoomschepen der Maatschappij Nederland. Tijdens zijn leven werden die journalen aan het Meteorologisch Instituut gezonden. Uit den zeer kleinen voorraad hebben wij het beste genomen, en wel een stel van drie journalen van het stoomschip Prins Hendrik, dat in 1873 in de Roode zee is gezonken.

Uit deze journalen werden nog maar alleen genomen de reizen van Batavia naar Nederland, aangezien het schip dan niet met ijzer was geladen.

Ter bepaling van A, B_1, B_2, C_1, C_2, D, E werd gebruik gemaakt van de volgende waarnemingen: —

Plaats der Waarneming.		Afwijking, toen het schip miswijzend voorlag							
Breedte.	Lengte.	N.	N.O.	O.	Z.O.	Z.	Z.W.	W.	N.W.
50° N.	2°W.	+4.5	+18.5	+15.5	+6.5	—0.5	—3.5	—12.5	—10.5
37° 〃	9° O.	—3.0	+11.0	+13.0	+9.0	+6.5	—1.0	—10.0	—11.0
36° 〃	6° 〃	—3.0	+ 9.5	+14.0	+8.5	+5.0	—1.0	— 9.5	—12 0
36° 〃	7°W.	—6.0	+ 9.0	+13.0	+9.0	+3.0	—1.0	— 5.0	—13.0
36° 〃	7° 〃	—3.0	+ 9.0	+12.0	+8.0	+4 0	—3.0	—12.0	—12.0
32° 〃	31° O.	+2.0	+10.0	+ 9.0	+4.0	+2.0	—0.5	— 5.0	— 8.0
28° 〃	34° 〃	—4.7	+ 4.3	+ 4.3	—1.2	+2.3	—2.7	—10.7	—14.7
21° 〃	38° 〃	—5.0	+ 5.0	+ 6.0	+4.0	+2.5	0	— 7.0	—10.5
19° 〃	39° 〃	—3.3	+ 5.2	+ 4.7	+0.7	—1.3	—2.8	— 7.3	—11.3
16° 〃	41° 〃	—4.0	+ 5.0	+ 5.0	+1.0	+2.0	0	— 8.0	—11.0
13° 〃	53° 〃	—5.8	+ 5.2	+ 5.7	+2.2	+2.7	+0.7	— 7.3	—12.3
3° 〃	100° 〃	—2.0	+ 7.0	+ 7.0	+1.0	—2.0	+2.0	— 4 0	— 9.0
1° Z.	63° 〃	—6·0	+ 5.0	+ 3.0	+1.0	+1.0	—1.0	— 4.0	— 9.0
1° 〃	98° 〃	—3.0	+ 6.5	+ 7.0	+5.5	+3.5	+3.5	— 5.5	—10.0

Noemen wij nu de afwijkingen bij N, NO, O, ZO, Z, ZW, W, en NW respectievelijk φ_0, φ_4, φ_8, φ_{12}, φ_{16}, φ_{20}, φ_{24}, φ_{28}, φ_{32} dan is *):

$$A = \frac{1}{8}(sin\varphi_4 + sin\varphi_{20} + sin\varphi_{12} + sin\varphi_{28} + sin\varphi_0 + sin\varphi_{16} + sin\varphi_8 + sin\varphi_{24}),$$

$$D = \frac{1}{4}\left\{(sin\,\varphi_4 + sin\,\varphi_{20}) - (sin\,\varphi_{12} + sin\,\varphi_{28})\right\},$$

$$E = \frac{1}{4}\left\{(sin\,\varphi_0 + sin\,\varphi_{16}) - (sin\,\varphi_0 + sin\,\varphi_{24})\right\},$$

$$B = \frac{1}{2}\Big[sin\,45_0\left\{\frac{1}{2}(sin\,\varphi_4 - sin\,\varphi_{20}) + \frac{1}{2}(sin\,\varphi_{12} - sin\,\varphi_{28})\right\}$$
$$+ (1 - D)\frac{1}{2}(sin\,\varphi_8 - sin\,\varphi_{24})\Big],$$

*) Zie Admiralty Manual for the devitions of the compass, page 181.

$$C = \frac{1}{2}\left[\sin 45_0 \left\{ \frac{1}{2}(\sin\varphi_4 - \sin\varphi_{20}) - \frac{1}{2}(\sin\varphi_{12} - \sin\varphi_{28}) \right\} + \right.$$

$$\left. + (1 - D)\frac{1}{2}(\sin\varphi_0 - \sin\varphi_{16}) \right] .$$

Wij vonden voor A, B, C, D, E, de volgende waarden:

Plaats der Waarneming		Waarde der coëfficiënten.				
Breedte.	Lengte.	A r	B m	C n	D p	E q
50° N.	2° W.	+0.038	+0.250	+0.035	+0.081	+0.005
37° 〃	9° O	+0.031	+0.199	—0.049	+0.052	+0.003
36° 〃	6° 〃	+0.025	+0.202	—0.064	+0.052	—0.011
36° 〃	7° W.	+0.020	+0.180	—0.075	+0.052	—0.048
36° 〃	7° 〃	+0.007	+0.207	—0.054	+0.043	+0.005
32° 〃	31° O.	+0.029	+0.134	—0.005	+0.059	+0.000
28° 〃	34° 〃	—0.050	+0.134	—0.048	+0.076	+0.017
21° 〃	38° 〃	—0.011	+0.120	—0.061	+0.050	—0.006
19° 〃	39° 〃	—0.033	+0.117	—0.020	+0.057	—0.009
16° 〃	41° 〃	—0.022	+0.113	—0.047	+0.065	+0.004
13° 〃	53° 〃	—0.019	+0.119	—0.065	+0.069	—0.007
3° 〃	100° 〃	0.000	+0.097	—0.015	+0.074	—0.031
1° Z.	63° 〃	—0.022	+0.081	—0.042	+0.052	—0.017
1° 〃	98° 〃	+0.016	+0.115	—0.065	+0.063	—0.004

De hierbij gevoegde letters r, m, n, p en q zijn die welke door den Hoogleeraar STAMKART worden gebruikt.

Het rekenkunstig gemiddelde, de waarschijnlijkste waarden voor A D en E geeft:

A = + 0.001 met eene waarschijnlijke fout van 0.005.
D = + 0.060 〃 〃 〃 〃 〃 0.002,
E = — 0.007 〃 〃 〃 〃 〃 0.003.

Om nu uit B en C de waarschijnlijkste waarden van B_1,

B_2 en C_1, C^2 te vinden, hebben wij uit de vergelijkingen (II en III):

$$
\begin{array}{ll}
+0.250 = 1.934B_1 + 2.529B_2 & +0.035 = 1.934C_1 + 2.529C_2 \\
+0.199 = 1.308B_1 + 1.397B_2 & -0.049 = 1.308C_1 + 1.397C_2 \\
+0.202 = 1.390B_1 + 1.411B_2 & -0.064 = 1.390C_1 + 1.411C_2 \\
+0.180 + 1.517B_1 + 1.734B_2 & -0.075 = 1.517C_1 + 1.734C_2 \\
+0.207 = 1.517B_1 + 1.734B_2 & -0.054 = 1.517C_1 + 1.734C_2 \\
+0.134 = 1.146B_1 + 0.813B_2 & -0.005 = 1.146C_1 + 0.813C_2 \\
+0.134 = 1.093B_1 + 0.613B_2 & -0.048 = 1.093C_1 + 0.613C_2 \\
+0.120 = 1.047B_1 + 0.296B_2 & -0.061 = 1.047C_1 + 0.296C_2 \\
+0.117 = 1.068B_1 + 0.210B_2 & -0.020 = 1.068C_1 + 0.210C_2 \\
+0.113 = 1.044B_1 + 0.082B_2 & -0.047 = 1.044C_1 + 0.082C_2 \\
+0.119 = 1.030B_1 + 0.063B_2 & -0.065 = 1.030C_1 + 0.063C_2 \\
+0.097 = 0.979B_1 - 0.196B_2 & -0.015 = 0.979C_1 - 0.196C_2 \\
+0.081 = 1.156B_1 - 0.613B_2 & -0.042 = 1.156C_1 - 0.613C_2 \\
+0.115 = 1.009B_1 - 0.362B_2 & -0.065 = 1.009C_1 - 0.362C_2
\end{array}
$$

Volgens de methode der kleinste quadraten is:

$B_1 = +\ 0.104$ met eene waarschijnlijke fout van 0.006,
$B_2 = +\ 0.026$ 〃 〃 〃 〃 〃 0.006,
$C_1 = -\ 0.042$ 〃 〃 〃 〃 〃 0.007,
$C_2 = +\ 0.018$ 〃 〃 〃 〃 〃 0.008.

Derhalve:

$$
\begin{aligned}
A &= +\ 0.001 \\
B_1 &= +\ 0.104 \\
B_2 &= +\ 0.026 \\
C_1 &= -\ 0.042 \\
C_2 &= +\ 0.018 \\
D &= +\ 0.060 \\
E &= -\ 0.007
\end{aligned}
$$

zoodat

$$tg\ \alpha = \frac{0.001 + 0.060 \sin 2a - 0.007 \cos 2a}{1 + 0.060 \cos 2a - 0.007 \sin 2a},$$

$$M = \frac{(0.104 \sin a - 0.042 \cos a) \cos \alpha}{1 + 0.060 \cos 2a - 0.007 \sin 2a}.$$

$$N = \frac{(0.026 \sin a + 0.018 \cos a) \cos \alpha}{1 + 0.060 \cos 2a - 0.007 \sin 2a}$$

In onderstaande tabel zijn α, M en N berekend uitgedrukt in graden, voor opvolgende waarden van a van 10^0 tot 10^0 tusschen 0^0 en 180^0. Tusschen 180^0 en 360^0 behoudt α geheel dezelfde waarde, doch veranderen M en N van teeken.

a	α	M	N	a	α	M	N	a	α	M	N
0	—0.3	—2.3	+1.0	60	+3.3	+4.0	+1.8	120	—2.8	+6.6	+0.8
10	+0.8	—1.3	+1.2	70	+2.7	+4.9	+1.8	130	—3.3	+6.1	+0.5
20	+1.9	—0.2	+1.4	80	+1.7	+5.7	+1.7	140	—3.4	+5.6	+0.2
30	+2.7	+0.9	+1.6	90	+0.5	+6.3	+1.6	150	—3.0	+4.9	—0.1
40	+3.3	+1.9	+1.7	100	—0.8	+6.6	+1.4	160	—2.4	+4.0	—0.4
50	+3.5	+3.0	+1.8	110	—1.9	+6.7	+1.1	170	—0.4	+3.2	—0.7

Met behulp van deze tabel, van meergenoemde tafels van GAUSS en WEBER en de formule:

$$\varphi = \alpha + \frac{M}{i} + N \, tg \, \delta \, ,$$

kan dus voor iedere plaats op aarde de afwijking gevonden worden.

Hieronder volgt eene lange reeks van waarnemingen gedaan op drie reizen van de Prins Hendrik van Batavia naar Nederland, benevens eene kolom voor de op voormelde wijze berekende afwijkingen en de verschillen tusschen de waargenomene en de berekende.

In onderstaande tabellen is:

N. Br. +, en Z. Br. —;
de lengte van Greenwich van 0^0-360^0 door 't Oosten;
de koers miswijzend van 0^0-360^0 door 't Oosten.

Datum.	Breedte.	Lengte.	Koers.	Hor. intensiteit.	Inclinatie.	M	N	α	Berekende afwijking.	Waargenomene afwijking.	Verschil.
II 72	o	o	o		o	o	o	o	o	o	o
16	— 6	104	313	0.972	—28.2	— 5.9	— 0.4	— 3.3	— 9.2	—10.0	—0.8
17	5	102	315	975	—26.8	— 5.8	— 0.4	— 3.4	— 9.1	— 9.0	+0.1
18	3	100	326	984	—23.2	— 5.2	0.0	— 3.2	— 8.5	— 7.0	+1.5
19	1	97	325	990	—20.2	— 5.3	0.0	— 3.2	— 8.6	— 9.0	—0.4
20	+ 2	94	322	1.008	—14.9	— 5.5	— 0.1	— 3.1	— 8.6	— 9.0	—0.4
21	4	92	303	011	—11.3	— 6.4	— 0.7	— 3.0	— 9.4	—10.0	—0.6
22	5	89	287	001	—10.2	— 6.7	— 1.2	— 1.5	— 7.9	— 8.0	—0.1
23	5	85	288	0.997	—11.7	— 6.7	— 1.1	— 1.7	— 8.0	— 8.0	0
24	6	81	302	990	—10.2	— 6.5	— 0.8	— 2.9	— 9.3	— 8.0	+1.5
25	7	78	309	990	—10.—	— 6.1	— 0.5	— 3.3	— 9.4	—11.0	—1.6
26	8	75	310	990	—10.—	— 6.1	— 0.5	— 3.3	— 9.4	—11.5	—2.1
26	8	74	305	990	—10.—	— 6.3	— 0.7	— 3.0	— 9.3	—11.5	—2.2
27	9	72	307	1.—	— 8.—	— 6.3	— 0.6	— 3.1	— 9.4	—11.1	—1.7
27	10	71	306	1.—	— 6.—	— 6.4	— 0.6	— 3.1	— 9.4	—11.9	—2.5
28	11	68	306	1.—	— 5.—	— 6.4	— 0.6	— 3.1	— 9.4	—12.—	—2.6
28	11	66	291	0.990	— 6.—	— 6.7	— 1.1	— 2.0	— 8.7	—11.2	—2.5
29	11	65	299	987	— 6.—	— 6.6	— 0.8	— 2.7	— 9.3	—11.—	—1.7
III 72											
2	12	58	276	975	— 4.5	— 6.5	— 1.5	— 0.1	— 6.6	— 8.8	—2.2
7	14	53	254	970	0.0	— 5.2	— 1.8	+ 2.3	— 3.1	— 3.0	+0.1
8	15	53	257	970	+ 2.—	— 5.4	— 1.7	+ 2.0	— 3.7	— 5.0	—1.3
9	15	52	248	970	+ 2.—	— 4.7	— 1.8	+ 2.9	— 2.1	— 1.7	+0.4
11	15	52	206	970	+ 2.—	— 0.4	— 1.5	+ 2.4	+ 1.9	+ 1.0	—0.9
30	19	39	352	960	+12.7	— 3.0	+ 0.7	— 0.4	— 3.4	— 6.0	—2.6
31	22	37	345	950	+20.—	— 3.4	+ 0.5	— 1.4	— 4.8	— 8.0	—3.2
31	23	37	346	950	+22.—	— 3.4	+ 0.6	— 1.2	— 4.6	— 8.0	—3.4
IV 72											
1	24	34	333	947	+24.5	— 4.6	+ 0.2	— 2.8	— 7.6	—10.—	—2.4
2	27	34	304	927	+30.—	— 6.4	— 0.7	— 3.—	—10.3	—14.7	—4.4
7	33	29	315	855	+42.2	— 5.9	— 0.3	— 3.4	—10.6	—11.5	—0.9
8	34	25	323	832	+45.—	— 5.4	— 0.1	— 3.3	— 9.9	—12.0	—2.1
9	35	21	306	804	+46.6	— 6.3	— 0.6	— 3.—	—11.4	—11.0	+0.4
12	38	12	308	717	+54.3	— 6.2	— 0.6	— 3.2	—12.7	—13.0	—0.3
13	39	8	295	690	+57.—	— 6.6	— 0.9	— 2.8	—12.6	—12.0	+0.6
13	38	4	295	680	+57.—	— 6.6	— 0.9	— 2.8	—13.4	—13.0	+0.4
14	38	4	290	680	+57.—	— 6.7	— 1.1	— 1.9	—13.7	—11.0	+2.7
14	38	3	291	675	+57.5	— 6.7	— 1.1	— 2.—	—13.5	—11.0	+2.5
14	38	2	289	665	+58.—	— 6.7	— 1.1	— 1.7	—13.6	—11.0	+2.6

Datum.	Breedte.	Lengte.	Koers.	Hor. intensiteit.	Inclinatie.	M	N	α	Berekende afwijking.	Waargenomene afwijking.	Verschil.
IV 72	o	o	o		o	o	o	o	o	o	o
14	+38	2	289	0.665	+58.—	— 6.7	— 1.1	— 1.7	—13,6	—12.0	+1.6
14	·38	1	270	663	+58.5	— 6.3	— 1.6	+ 0.5	—11.6	—10.0	+1.6
15	37	359	275	674	+59.—	— 6.5	— 1.5	— 0.2	—12 5	—10.0	+2.5
15	37	358	282	668	+59.5	— 6.6	— 1.3	— 1.0	— 13.1	—12.0	+1.1
15	36	357	276	674	+59.—	— 6.5	— 1.5	— 0.2	— 12.5	—12.0	+0.5
16	35	356	320	679	+58 5	— 5.6	— 0.2	— 3.4	—11.9	—13 0	—1.1
16	36	354	320	658	+60·6	— [illegible].6	— 0.2	— 3.4	—12.3	—14.0	—1.7
19	42	350	22	576	+65.0	+ 0.1	+ 1.4	+ 2.1	+ 5 3	+ 8.0	+2.7
20	43	350	30	559	+65.6	+ 0.9	+ 1.6	+ 2.7	+ 7.8	+10.0	+2.2
21	46	353	42	536	+66.6	+ 2.1	+ 1.7	+ 3.3	+10.9	+12 0	+1.1
VIII72											
26	— 6	102	270	961	—28.—	— 6.3	— 1.6	+ 0.5	— 5.2	— 3.8	+1.4
27	7	98	266	948	—30.—	— 6.0	— 1.7	+ 1.1	— 4.2	— 2.9	+1.3
28	7	93	268	927	—31.7	— 6.2	— 1.6	+ 0.7	— 5.—	— 4.1	+0.9
29	8	88	265	900	—34.2	— 6.0	— 1.7	+ 1.1	— 4.4	— 4.5	—0.1
30	8	85	275	882	—35.8	— 6.4	— 1.5	— 0.2	— 6.4	— 7.8	—1.4
31	8	81	277	865	—3[illegible].—	— 6.5	— 1.4	— 0.4	— 6.8	— 6.5	+0.3
IX 72											
1	8	77	274	844	—40	— 6.4	— 1.5	— 0.1	— 6.4	— 6.2	+0.2
2	8	73	316	825	—12	— 5.8	— 0.3	— 3.4	—10.2	—10.5	—0.3
3	6	69	316	831	—37.5	— 5.8	— 0.3	— 3.4	—10.2	—10.8	—0.6
4	3	66	323	850	—34.2	— 5.4	— 0.1	— 3.3	— 9 6	— 9.5	+0.1
5	1	63	323	863	—32.3	— 5.4	— 0.1	— 3.3	— 9.5	— 8.9	+0.6
6	+ 2	61	327	894	—26.6	— 5.1	0.—	— 3.1	— 8.8	— 7.5	+1.3
6	3	60	325	905	—24.—	— 5.2	— 0.1	— 3.2	— 8.8	—10.1	—1.3
7	4	58	324	913	—22.—	— 5.3	— 0.1	— 3.3	— 9.0	— 8.4	+0.6
8	7	56	329	928	—18.—	— 5.0	— 0.1	— 3.—	— 8.4	— 8.—	+0.4
9	10	53	320	948	—10.—	— 5.6	— 0.2	— 3.4	— 9.3	— 8.9	+0.4
9	10	52	320	939	—10	— 5.6	— 0.2	— 3.4	— 9.4	— 8.1	+1.3
10	12	51	283	952	— 7.5	— 6.6	— 1.3	— 1.2	— 7.9	— 6.3	+1.6
10	12	50	288	947	— 7.5	— 6.7	— 1.1	— 1.6	— 8.6	— 7.8	+0.8
10	12	49	285	942	— 7.5	— 6.7	— 1.2	— 1.3	— 8.2	— 9.—	+0.8
11	12	48	287	942	— 6.2	— 6.7	— 1.2	— 1.5	— 8.5	— 9.—	+0.5
11	12	47	281	945	— 6.2	— 6.6	— 1.4	— 0.9	— 7.7	— 7.7	0.—
13	13	43	352	952	— 2.5	— 3.0	+ 0.7	— 0.4	— 3.6	— 4.8	—1 2
13	13	43	345	958	— 2.5	— 3.6	+ 0.5	— 1.4	— 5.2	— 5.—	+0.2
13	14	42	343	963	0.—	— 3.7	+ 0.5	— 1.7	— 5.5	— 3.5	+2.—
14	16	41	341	966	+ 6.—	— 3.9	+ 0.4	— 2.2	— 6.2	— 5.2	+1.—

Datum.	Breedte.	Lengte.	Koers.	Hor. intensiteit.	Inclinatie.	M	N	α	Berekende afwijking.	Waargenomene afwijking.	Verschil.
IX 72	o	o	o		o	o	o	o	o	o	o
14	+16	41	340	0.966	+ 6.—	— 4.—	+ 0.4	— 2.4	— 6.5	— 5.5	+1.—
15	19	39	341	984	+12.7	— 3.9	+ 0.4	— 2.2	— 6.1	— 6.6	—0.5
15	19	39	341	984	+12.7	— 3.9	+ 0.4	— 2.2	— 6.1	— 5.9	+0.2
15	20	38	340	953	+15.—	— 4.—	+ 0.4	— 2.4	— 6.5	— 7.4	—0.9
16	22	38	348	952	+19.—	— 3.7	+ 0.5	— 1.7	— 5.4	— 6.—	—0.6
16	22	37	342	952	+20.—	— 3.9	+ 0.4	— 2.0	— 6.0	— 4.3	+1.7
17	25	36	342	933	+25.—	— 3.9	+ 0.4	— 2.0	— 6.0	— 7.6	—1.6
17	25	36	342	933	+25.—	— 3.9	+ 0.4	— 2.—	— 6.0	— 6.4	—0.4
17	25	35	341	983	+26.—	— 3.9	+ 0.4	— 2.2	— 6.2	— 6.4	—0.2
17	26	34	341	938	+28 —	— 3.9	+ 0.4	— 2.2	— 6.2	— 7.4	—1.2
18	28	33	326	912	+31.7	— 5.2	— 0.—	— 3.1	— 8.9	— 9.—	—0.1
22	32	32	316	876	+40.6	— 5.8	— 0.3	— 3.4	—10.2	— 7.4	+2.8
22	32	31	321	873	+40.9	— 5.5	— 0.2	— 3.4	— 9.9	— 6.6	+3.3
22	32	30	305	864	+41.7	— 6.3	— 0.6	— 3.—	—10.8	— 7.5	+3.3
23	33	27	300	845	+43.9	— 6.6	— 0.8	— 2.8	—11.4	— 9.8	+1.6
23	33	26	304	839	+44.4	— 6.4	— 0.7	— 3.—	—11.3	—11.—	+0.3
24	34	24	307	830	+45.5	— 6.3	— 0.6	— 3.1	—11.3	—11.—	+0.3
24	34	23	298	817	+45.7	— 6.7	— 1.1	— 1.7	—11.—	—10.4	+0.6
24	34	21	307	808	+46.1	— 6.3	— 0.6	— 3.1	—11.5	—11.—	+0.5
25	34	19	306	804	+46.6	— 6.3	— 0.6	— 3.1	—11.5	—10.2	+1.3
25	34	19	305	804	+46.6	— 6.4	— 0.7	— 3.—	—11.7	— 9.8	+1.9
26	36	15	317	761	+50.9	— 5.8	0.—	— 3.4	—11.—	— 9.3	+1.7
27	37	12	320	744	+53.3	— 5.6	— 0.2	— 3.4	—11.2	— 9.2	+2.0
27	37	11	322	733	+53.6	— 5.4	— 0.2	— 3.3	—10.9	— 9.1	+1.8
27	37	9	298	705	+54.—	— 6.7	— 0.9	— 2.6	—13.3	—10.—	+3.3
28	38	8	290	700	+55.5	— 6.7	— 1.1	— 1.9	—13.1	— 9.9	+3.2
28	38	7	289	695	+56.—	— 6.7	— 1.1	— 1.8	—13.—	— 9.9	+3.1
29	37	3	285	674	+57.—	— 6.6	— 1.3	— 1.3	—13.1	—10.—	+3.1
29	37	2	289	668	+57.5	— 6.7	— 1.1	— 1.8	—13.5	—10.1	+2.6
X											
1	36	355	259	663	+60.8	— 5.6	— 1.7	+ 1.8	— 9.5	— 7.9	+1.6
1	36	354	317	658	+60.6	— 5.8	0.—	— 3.4	—12.2	—12.9	—0.7
1	36	353	316	658	+61.2	— 5.8	— 0.3	— 3.4	—12.7	—12.7	0
2	37	351	5	637	+61.7	— 1.8	+ 1.1	+ 1.3	+ 0.5	— 1.—	+1.5
3	40	350	18	595	+63.5	— 0.4	+ 1.4	+ 1.7	+ 3.8	+ 4.5	+0.7
4	43	351	40	567	+65.—	+ 1.9	+ 1.7	+ 3.3	+10.4	+12.6	+2.2
6	49	355	60	518	+68.3	+ 4.—	+ 1.8	+ 3.3	+15.5	+17.—	+1.5
6	49	358	60	580	+67.7	+ 4.—	+ 1.8	+ 3.3	+15.3	+17.6	+2.3

Datum.	Breedte.	Lengte	Koers	Hor. intensiteit.	Inclinatie.	M	N	x	Berekende afwijking.	Waargenomene afwijking.	Verschil.
X	o	o	o		o	o	o	o	o	o	o
6	+50	0	46	0.583	+67.2	+ 2.5	+ 1.8	+ 3.5	+12.5	+16.—	+3.5
7	51	2	79	525	+67.7	+ 5.6	+ 1.7	+ 1.8	+16.6	+16.2	—0.4
7	51	3	79	520	+67.2	+ 5.6	+ 1 7	+ 1.8	+16.6	+16.5	—0.1
II 73											
20	— 5	104	320	983	—25.5	— 5.6	— 0.2	— 3.4	— 9.—	— 6.7	+2.3
21	4	102	304	970	—22.—	— 6.4	— 0.7	— 3.—	— 9.3	— 6.7	+2.6
22	3	100	322	974	—22.—	— 5 4	— 0.2	— 3.3	— 8.7	— 8.—	÷0.7
23	1	98	323	990	—20.—	— 5.4	— 0.1	— 3.1	— 8.8	— 7.7	+1.1
24	+ 1	96	324	1.000	—14.—	— 5.3	— 0.1	— 3.1	— 8.4	— 7.4	+1.—
25	4	93	323	008	—10.—	— 5.4	— 0.1	— 3.1	— 8.5	— 7.7	+0.8
26	6	91	323	011	— 5.—	— 5.4	— 0.1	— 3.1	— 8.4	— 8.7	—0.3
27	6	88	273	007	— 7.—	— 6.4	— 1.6	+ 0.1	— 6.1	— 5.1	+1.—
28	6	84	268	002	— 8.—	— 6.2	— 1.6	+ 0.7	— 5.3	— 4.2	+1.1
III 73											
6	6	79	297	0.990	—10.—	— 6.6	— 0.9	— 2.5	— 9.—	— 8.5	+0.5
6	7	78	295	1.000	— 8 —	— 6.6	— 0.9	— 2.3	— 8.8	— 9.2	—0.4
7	7	77	297	0.995	— 8.—	— 6.6	— 0.9	— 2.5	— 9.1	— 8.7	+0.4
8	8	74	292	990	— 8.—	— 6.7	— 1.1	— 2.1	— 8.7	— 8.9	—0.2
8	8	72	304	990	— 8.—	— 6.4	— 0.7	— 3.0	— 9.4	— 7.—	—2.4
8	8	72	302	990	— 8.—	— 6.5	— 0.8	— 2.9	— 9.4	— 9 1	+0.3
9	8	71	302	975	— 9.—	— 6.5	— 0.8	— 2.9	— 9.5	—10.9	—1.4
9	8	70	305	975	— 9.—	— 6.8	— 0.7	— 3.—	— 9.9	— 9.8	+0.1
9	9	69	296	990	— 8.—	— 6.6	— 0.9	— 2.4	— 9.—	— 10.—	—1.—
10	10	67	295	986	— 8.—	— 6.7	— 1.—	— 2.3	— 9.—	— 9.—	0.-
10	10	67	298	986	— 8.—	— 6.6	— 0.8	— 2.7	— 9.3	—10.6	—1.3
11	11	64	294	986	— 5.6	— 6.7	— 1.0	— 2.3	— 9 —	— 8.—	+1.-
11	11	63	295	986	— 6.3	— 6.7	— 1.0	— 2.4	— 9.1	— 8.1	+1.-
12	11	63	294	986	— 2.5	— 6.7	— 1.0	— 2.3	— 9.1	—11.—	—1.9
12	12	62	294	986	— 2.5	— 6.7	— 1.0	— 2.3	— 9.1	— 8.7	+0.4
13	13	57	297	980	— 1.3	— 6.6	— 0.9	— 2.5	— 9.2	— 9.3	—0.1
14	13	58	270	963	— 1.3	— 6.3	— 1.6	+ 0.5	— 6.1	— 6.7	—0.6
14	13	52	276	959	— 1.3	— 6.5	— 1.5	— 0.1	— 7.—	— 7 1	—0.1
IV 72											
13	38	351	8	610	+62.4	— 1.5	+ 1.2	+ 0.6	+ 1.—	+ 2.—	+1.—
16	47	355	53	527	+66.9	+ 3.8	+ 1.8	+ 3.5	+14.—	+17.—	+3.—
16	47	356	51	583	+66.6	+ 3.1	+ 1.8	+ 3.5	+13.4	+15.—	+1 6
17	49	359	100	582	+66.6	+ 6.6	+ 1.4	— 0.8	+14.8	+15.—	+0 2

Het verschil tusschen de berekende en de waargenomene afwijkingen is over de 140 waarnemingen aldus verdeeld:

63	malen	is	het	kleiner	dan	1°	derhalve	45.—	pCt.
45	〃	〃	〃	〃	〃	2°	〃	32.1	〃
21	〃	〃	〃	〃	〃	3°	〃	15.—	〃
10	〃	〃	〃	〃	〃	4°	〃	7.1	〃
1	maal	is	het	meer	dan	4°	〃	0.8	〃

In verreweg de meeste gevallen bedraagt het verschil nog geen $^1/_4$ streek.

Wij mogen den uitslag zeker vrij gunstig noemen en er uit afleiden dat voor schepen waarvan de ijzermassa's onveranderd blijven, eene formule kan worden opgemaakt die voldoende waarborgen geeft, zoodra men buiten de mogelijkheid is door waarneming de afwijking te vinden.

Utrecht, 22 Februari 1878.

RAPPORT

VAN DE HEEREN

N. W. P. RAUWENHOFF en Th. W. ENGELMANN.

Uitgebracht in de Zitting van 30 Maart 1878.

De ondergeteekenden, uitgenoodigd om der Afdeeling voor Wis- en Natuurkunde der Koninklijke Akademie v. Wetenschappen van advies te dienen ten opzichte van een voor de Verhandelingen in 4°. aangeboden opstel van den heer M. TREUB, getiteld: *Quelques recherches sur le rôle du noyau dans la division des cellules végétales*, hebben de eer, hierover het volgend verslag uit te brengen:

Het onderwerp der verhandeling behoort tot een der belangrijkste in de plantenkunde. Nadat algemeen erkend was, dat alle levende organismen uit cellen zijn opgebouwd, en de groote overeenkomst dezer elementairorganen in het planten- en dierenrijk door de onderzoekingen van SCHWANN, KÖLLIKER en anderen was aangetoond, werd de leer der cel de hoeksteen van het gebouw der physiologie en vergelijkende morphologie. De grootste mannen op het gebied der botanie NÄGELI, UNGER, V. MOHL, HOFMEISTER, PRINGSHEIM en anderen hebben in de laatste 40 jaren daaraan gearbeid. Kon in 1827 ALPHONSE PYRAMUS DE CANDOLLE nog van het ontstaan der cellen getuigen „qu'il fallait se garder de prendre un avis décidé sur des matières aussi obscures'', thans is het proces der celvorming in zijne verschillende stadiën bij zeer verschillende planten nauwkeurig onderzocht.

Intusschen zijn de voorstellingen daarvan nog niet in alle bijzonderheden gelijkluidend. Bepaaldelijk geldt dit van de rol en de beteekenis der door ROB. BROWN ontdekte celkern.

SCHLEIDEN had aan deze de vorming van nieuwe cellen toegeschreven en daaruit verschillende onjuiste gevolgtrekkingen afgeleid, welke door NÄGELI en UNGER grondig wederlegd werden. Hoewel desniettegenstaande aanvankelijk aan de kern een gewichtig deel bij het ontstaan van nieuwe cellen werd toegekend, zoo leidden echter de onderzoekingen van V. MOHL en PRINGSHEIM over de deeling der Algen meer de aandacht op het protoplasma, en allengs won de meening veld, dat aan de celkern slechts eene secundaire rol toekwam, totdat in 1875 het belangrijke werk van STRASBURGER: *Ueber Zellbildung und Zelltheilung* verscheen, dat door eene reeks van nieuwe onderzoekingen de groote beteekenis der celkern voor de vorming van nieuwe cellen in het licht stelde, en tevens meer nog dan vroeger de analogie met hetzelfde proces in het dierenrijk aantoonde.

Dit werk nu is de basis, waarop de heer TREUB voortbouwt en waarvan hij den inhoud bij zijne lezers als bekend onderstelt.

Na een goed geschreven historisch overzicht der questie, waarin echter de voorstellingen van HARTIG en KARSTEN, vooral die van den eerstgenoemde, (welke, hoewel met vele vreemde en onjuiste zaken vermengd, toch aan de beteekenis der celkern behoorlijk recht liet wedervaren) wel met een enkel woord vermeld hadden mogen worden, sluit de heer TREUB zijn onderzoek terstond aan dat van STRASBURGER aan.

STRASBURGER had het deelingsproces bij Algen op levende, maar bij Phanerogamen alleen op doode cellen onderzocht. Aan den bewijsgrond dezer laatste was getwijfeld; men had ze zelfs, zoo als o. a. op het voorleden jaar ter dezer stede gehouden botanisch Congres, kunstproducten genoemd. Het was dus van belang, ook *levende* in deeling verkeerende cellen van Phanerogamen te onderzoeken. Hierbij stonden twee wegen open: òf de verschillende stadiën van ontwikkeling in verschillende cellen op te sporen, de weg dien men bij het onderzoek van doode cellen gevolgd was; òf, om *dezelfde* cel in hare opvolgende toestanden van deeling te bestudeeren, en alzoo stap voor stap de veranderingen van kern en protoplasma na te gaan, gelijk dit vroeger bij levende Algen geschied was.

De heer TREUB nu heeft met gelukkig gevolg den tweeden

weg bewandeld, en daarbij gebruik gemaakt van de proembryonaire draden en de ovula van Orchideën, welke hij in eene waterige oplossing van salpeter van ± $1^1/_4$ pCt. gelegd, bij eene vergrooting van 730 maal heeft bestudeerd.

Hij vond daaronder de beide hoofdvormen van zich deelende cellen, namelijk die met dicht protoplasma en kleine vacuolen, en die met weinig protoplasma, in den vorm van een dun wandbekleedsel, vertegenwoordigd. Zijne onderzoekingen van den tweeden vorm zijn echter vollediger dan die van den eersten.

Dat genoemde voorwerpen van deze veranderde omgeving geen schade ondervonden, bleek hem hieruit, dat niet alleen het proces der deeling regelmatig voortging en ten einde gebracht werd, maar dat zelfs de tijd, waarin elk waarneembaar stadium der deeling in normalen staat wordt doorloopen, zoo als opzettelijke vergelijking leerde, niet merkbaar werd verlengd.

Bij onderscheiden cellen van Orchis latifolia, Epipactis palustris en E. latifolia is op de beschreven wijze door den Heer TREUB de deeling in bijzonderheden onderzocht, en eenige seriën van ontwikkelingstoestanden zijn in keurige teekeningen door hem afgebeeld; teekeningen, des te meer te waardeeren, omdat, gelijk uit de opgegeven tijdruimten blijkt, vaak slechts weinige minuten beschikbaar waren, om het stadium met de chambre claire te schetsen.

De gevonden resultaten komen in het kort hierop neêr: In de cel, die zich gaat deelen, vindt men eene groote kern, die met dunne draden of pseudopodiën verbonden is met de dunne laag protoplasma, welke den wand der cel bekleedt. De kern zelve, die gedurende het deelingsproces steeds van vorm verandert, en van spherisch allengs spoelvormig wordt, bevat een tal van grove korreltjes, welke langzamerhand zich ophoopen in haar midden tot eene soort van plaat, die, zonder homogeen te worden, eindelijk geen afzonderlijke korrels meer laat herkennen. Deze wordt de *kernplaat* genoemd. Men ziet nu veelal eenige dunne, veranderlijke draden of strepen van de kernplaat loopen naar de polen der spoelvormige, doch overigens niet scherp begrensde kern.

Weldra ontstaat eene deeling der dikker geworden kernplaat, het eerst zichtbaar door eene dunne donkere streep in het mid-

den van deze. De beide helften der kernplaat wijken uiteen naar de polen der kern, beginnende in het midden, terwijl aanvankelijk de beide randen, of eene van deze, nog samenhangen. De twee gescheiden helften der kernplaat worden breeder, minder scherp begrensd en door onregelmatige draden onderling verbonden. Zijn zij eindelijk aan de polen der kern gekomen, zoo zijn zij somwijlen zelfs moeilijk van het omringende protoplasma te onderscheiden. Allengs ronden zij zich af en worden dan tot twee nieuwe of secundaire kernen.

In de middellijn tusschen deze nieuwe kernen nam nu de Heer TREUB een aantal kleine korreltjes waar, die in levendige beweging verkeerden en langzamerhand zich in eene dwarse laag plaatsten. Dit is het begin der zoogenaamde *celplaat*. De elementen van deze worden dichter en scherper begrensd, terwijl de plaat zelve in grootte toeneemt en het spoelvormig lichaam der beide kernen aan zijn evenaar verwijdt. Allengs scheidt zich in deze celplaat een cellulosemembraan af, dat zich aansluit aan den celwand der moedercel.

Deze resultaten komen in hoofdzaak overeen met die van STRASBURGER, zoodat hierdoor het bewijs geleverd is, dat de gevolgtrekkingen ten opzichte der celdeeling door laatstgenoemden geleerde uit het onderzoek van doode cellen afgeleid, in het algemeen juist zijn. In de typische gevallen der celdeeling bestaat ook groote overeenkomst tusschen het planten- en het dierenrijk, zooals blijkt bij vergelijking van dit onderzoek met de uitkomsten door BÜTSCHLI, AUERBACH en anderen bij dierlijke cellen verkregen.

Intusschen heeft de Heer TREUB bij de levende cellen ook verschijnselen ontdekt, welke aan STRASBURGER ontsnapt waren, en ten opzichte van enkele punten wijken zijne uitkomsten van die van STRASBURGER af. In deze gevallen heeft de heer TREUB zijne waarnemingen ook op doode cellen uitgebreid, en daarbij gedeeltelijk dezelfde reactieven als STRASBURGER gebruikt, gedeeltelijk de op dierlijk gebied vaak aangewende kleuring met picrin-carmijnzure ammoniak met goed gevolg toegepast.

Zoo komt hij o. a. tot het besluit, dat de homogene, heldere toestand der celkern vóór de vorming der kernplaat gansch niet algemeen is, dat integendeel bij hoogere planten zeer dik-

wijls duidelijke korrels op dat stadium daarin voorkomen. Hij verzuimt niet, hierbij op te merken, dat STRASBURGER in zijn nieuwste werk: *Ueber Befruchtung und Zellbildung*, voor weinige maanden verschenen (waarvan onze schrijver in het laatste deel van zijn onderzoek nog gebruik heeft kunnen maken), ook meer tot deze voorstelling schijnt over te hellen.

Van meer gewicht is echter het verschil van meening tusschen STRASBURGER en TREUB ten opzichte der vorming van celwand en celplaat.

STRASBURGER laat de vorming van den celwand van de peripherie uitgaan, nog vóór het ontstaan van de celplaat. In het binnenste van de celplaat wordt daarna het ontbrekende deel van den celwand gevormd. Met andere woorden, het tusschenschot in de zich deelende cel ontstaat bij Phanerogamen niet simultaan, maar volgens een gemengd type; een deel van den wand groeit van den omtrek naar het midden en een ander deel ontstaat plotseling. Want, volgens STRASBURGER, groeit de eens gevormde celplaat niet meer; hoogstens wordt zij eenigermate uitgerekt door de zijdelingsche uitzetting van het spoelvormig lichaam. Raakt zij dan den wand der moedercel nog niet, zoo completeert het wandprotoplasma de plaat door het celvocht heen. Volgens deze voorstelling zou dus de kern een deel van het tusschenschot vormen, maar ten opzichte van het overige gedeelte slechts eene zeer ondergeschikte beteekenis hebben.

Hiertegen nu komt de heer TREUB op. Zijne onderzoekingen op levende en op doode cellen leerden hem, dat de celplaat tusschen de beide kernen aan hare randen voortgroeit, totdat zij aan alle zijden den celwand raakt. Nooit zag hij de celplaat gecompleteerd door een van den celwand uitgaanden ring; nooit ook zag hij een ringvormig cellulosevlies van den celwand naar de plaat groeien.

De Heer TREUB onderscheidt hierbij twee gevallen: òf het paar celkernen ligt midden in de cel, in welk geval de celplaat aan alle zijden aan den rand groeit en bijna gelijktijdig overal aan den celwand raakt. Het bleef hem daarbij onzeker, of na die aanraking de celwand zich in eens vormt, dan wel of er reeds vóór dien tijd eene samenhangende schijf van cel-

lulose in de celplaat is, die zich dan overal aan den celwand zou vasthechten.

In het tweede geval liggen de celkernen ergens dicht bij den wand der moedercel. Dan raakt de celplaat dadelijk op één punt aan den celwand en groeit aan dezen vast; maar nu zag de Schrijver het geheele spoelvormige lichaam zich langzaam naar den tegenovergestelden celwand bewegen, terwijl intusschen de celplaat in diezelfde richting voortgroeide. Hij nam daarbij duidelijk waar, dat, te beginnen met het punt waar zij aan den celwand raakt, de celplaat zich splijt, naarmate zij aangroeit. In deze spleet vormt zich een cellulosemembraan, aansluitende aan den celwand der moedercel, zoodat hier het membraan successievelijk groeit en van nabij den groei der celplaat volgt.

Volgens deze voorstelling is de beteekenis van de kern bij de deeling veel belangrijker dan STRASBURGER aanneemt. Het eindresultaat van den Heer TREUB is dan ook, dat door directe tusschenkomst der jonge kernen zich de *geheele* celplaat en dus ook de *geheele* celwand vormt, zoodat de rol, welke de kern bij het proces der celdeeling vervult, door velen van secundairen rang geacht, meer op den voorgrond moet geplaatst worden.

Uit het gegeven overzicht blijkt, dat de Heer TREUB een hoogst gewichtig onderwerp op grondige en wetenschappelijke wijze heeft behandeld. De Schrijver is helder en nauwkeurig in zijne uiteenzetting, voorzichtig en conscientieus in zijne conclusiën. Zijne waarnemingen zijn door voortreffelijke figuren toegelicht.

Al zullen nu ook de geschilpunten door latere onderzoekingen moeten worden uitgemaakt, de ondergeteekenden beschouwen de in hunne handen gestelde verhandeling als eene belangrijke bijdrage tot onze kennis van het proces der celvorming, en zij aarzelen niet, aan de Afdeeling voor te stellen, haar in de werken in 4°. der Koninklijke Akademie van Wetenschappen op te nemen.

Utrecht, 27 Maart 1878.

N. W. P. RAUWENHOFF.

TH. W. ENGELMANN.

BIJDRAGE

TOT DE

EXPERIMENTEELE BEANTWOORDING DER VRAAG:

BESTAAT ER BIJ DE LAGERE ZWAMMEN EEN ANAËROBIË LEVENSVORM?

DOOR

J. W. GUNNING.



Gelijk bekend is, zoekt PASTEUR het wezen der gisting, rotting en van alle fermentatieprocessen, die van levende organismen afhangen, daarin, dat deze de voor hunne functiën noodige zuurstof aan de ontleed wordende stoffen zelve, niet aan de lucht ontnemen. De aërobi n hebben tweederlei medium noodig, het eene dat hun vrije zuurstof aanbrengt, het andere bestemd om ontleed, resp. geoxydeerd te worden. Bij de anaërobiën worden die twee mediën één. Daarom wordt in dezen toestand een met het ligchaamsgewicht niet te vergelijken hoeveelheid stof omgezet, een zeer groot aantal molekulen wordt ontleed om een welligt slechts uiterst kleine hoeveelheid zuurstof aan het levend organisme te verschaffen en voor de rest in andere producten te vervallen.

De theorie is ontstaan uit de waarneming, dat de bedoelde omzettingen bij spaarzamen luchttoevoer plaats hebben, ja dien schijnen te verkiezen boven eene zuurstofrijke atmosfeer. De proef scheen dit te bevestigen en leerde dat bepaaldelijk de alcoholische gisting ten einde kon loopen in ruimten, die met alle bekende middelen zuurstofvrij waren gemaakt. Aanvankelijk

werd dit door O. BREFELD en M. TRAUBE tegengesproken — door eerstgenoemde op grond van het dogma: omnis vita ex oxygenio — daarna echter bevestigd gevonden. Na het ophouden van dien pennestrijd zag men straks deze theorie der fermentatie en de anaërobiose als empirisch feit algemeen door de natuurkundigen aangenomen.

Den opmerkzamen beschouwer van dezen ideëngang kan het niet ontgaan, dat daarin één punt uiterst oppervlakkig is behandeld. Ik wensch hier niet te herhalen, wat ik daarover in *Journ. für prakt. Chemie*, Bd. 16 (1877), bl. 314 heb opgemerkt; met verwijzing daarheën en naar eene mededeeling in de *Kon. Akad. v. Wetensch.* zitting van den 29 April 1877, in eenigzins uitvoeriger vorm ook opgenomen in *Maandblad voor Natuurwet.* 7e Jaarg. blz. 88, mag ik herinneren:

1°. dat er geen middel bekend is om te constateeren, dat eene ruimte vrij is van zuurstofgas;

2°. dat het tot dusverre als gevoeligst reactief op vrije zuurstof aangenomen lichten van phosphorus ten dezen aanzien verre overtroffen wordt door de blaauwkleuring van versch gepraecipiteerd ferroso-ferrocyaan;

3°. dat laatstgenoemd reactief zuurstof aantoont in ruimten die op de gebruikelijke manieren zoo gezegd zuurstofvrij zijn gemaakt, ook nog nadat in die ruimten sterk reduceerende stoffen en absorbtiemiddelen voor zuurstof dagen, ja soms weken lang hebben vertoefd.

Sedert die mededeelingen heb ik nog proeven genomen met glazen toestellen, die op een of twee plaatsen door glazen stoppen, met groote zorg ingeslepen en met vaselin aangesmeerd, of door eene kolom (niet uitgekookt) kwik gesloten waren Als absorbtiemiddel voor zuurstof gebruikte ik eene oplossing van glucose in natronloog, vermengd met een weinig indigocarmijn. De toestellen waren aanvankelijk met lucht gevuld, zoodat de spanning daar binnen spoedig geringer was, dan die daar buiten. Terwijl een dergelijk toestel, maar aan alle zijden toegesmolten, na twee of drie weken ophoudt blaauwkleuring van daarin gepraecipiteerd wordend ferroso-ferrocyaan te vertoonen, kon dit bij de door glazen stoppen of eene kwikkolom afgesloten ruimten in nog zoo langen tijd niet bereikt worden.

Er bestaat derhalve grond om te betwijfelen of men met recht de tot dusver gebezigde kultuurruimten als werkelijk zuurstofvrij mag aanmerken, en dit gaf mij aanleiding tot de volgende proeven. Het daaraan ten grondslag liggende denkbeeld is het volgende: de bacteriën zelve als middelen te gebruiken om in toegesmolten glazen, luchthoudende ruimten de zuurstof te absorbeeren en na te gaan of zij, terwijl alle overige bekende levensvoorwaarden vervuld waren, al of niet bleven voortleven; of anders uitgedrukt: er werd onderzocht of de beweering: dat in zoogenaamd afgesloten ruimten fermentatieprocessen door bacteriën voleindigd kunnen worden, ook waar is, wanneer die ruimten hermetisch afgesloten zijn. Daartoe werden de stoffen, voor de ontleding bestemd, na behoorlijk geïnfecteerd te zijn, in glazen toestellen zoodanig besloten dat zooveel mogelijk organische stof met zoo weinig mogelijk gasvormige zuurstof in aanraking was. Op verschillende wijzen werd daarnaar gestreefd, gelijk straks blijken zal en daarbij trachtte men tevens zoo goed mogelijk te gemoet te komen aan de bedenkingen, aan welke deze methode van proefneming a priori onderhevig is. In de eerste plaats behoort daartoe deze, dat de vlugtige producten der omzetting niet kunnen ontwijken. Ik moet opmerken, dat gasdrukking op zichzelve als schadelijk moment niet zeer te vreezen scheen. Het is toch reeds verscheidene malen gebleken, dat bacteriën onder zeer uiteenloopende drukkingen kunnen leven. In een geïmproviseerden barometer en in een op de gewone wijze gemaakten waterhamer *) is bacteriënontwikkeling waargenomen; de alcoholische gisting heeft nog onder aanzienlijke drukkingen plaats †) en COHN vond §) in blikjes met geconserveerde erwten, die echter niet lang genoeg gestoomd waren, nadat de sedert ingetreden rotting het vat had doen bersten, levende bacteriën. Veeleer moet bij mijne methode gedacht worden aan een specifiek schadelijken invloed dien de vlugtige omzettingsproducten zelve konden uitoefenen. Om deze bedenking zooveel mogelijk te ontgaan werden vooreerst alleen rottingsverschijnselen bestudeerd en wel van stoffen die daarbij weinig en absorbeerbare vlugtige

*) HÜFFNER, *Journ. für prakt. Ch.* 18, blz. 475.
†) MELSENS, *Comptres rendus* 70, blz. 629.
§) In de *Beiträge*, ik heb de plaats niet genoteerd.

producten (CO^2 en vlugtige vetzuren) doen ontstaan. Ook werd er op gelet alleen zoodanige stoffen te kiezen, die onder gewone omstandigheden en bepaaldelijk bij geringen luchttoevoer zeer gemakkelijk niet alleen aanvangen te rotten, maar ook daarmede voortgaan. Voorts werd voor uitstekende infectie gezorgd; doorgaans werd daartoe gebezigd een droppel van een mengsel van water, dat met erwten, en water dat met stukken gekookt eiwit stond te rotten, zoodat de verschillende bacteriënvormen behoorlijk waren vertegenwoordigd. Eene groote broeistoof waar de temperatuur dag en nacht tusschen 30 en 10° bleef, diende in den regel tot verblijfplaats der proeftoestellen. Daar het onderzoek echter over meer dan een jaar loopt, was een streng vasthouden daaraan onmogelijk en ook overbodig.

Gelijk men zien zal, werd de uitkomst der proeven in den regel alleen afgeleid uit het uiterlijk voorkomen der stoffen, die zich trouwens dan ook bizonder daartoe leenden. Vooral geldt dit voor het gistafkooksel. Men kan dit als eene gele of lichtbruine, volkomen heldere vloeistof verkrijgen, die in sterielen toestand haar uiterlijk in maanden nagenoeg niet verandert en voor alle bacteriënvormen een volkomen voldoend voedsel schijnt te zijn, zoodat zij als een zeer gemakkelijk en uiterst gevoelig reactief daarop mag worden aangemerkt.

Thans laat ik de beschrijving der proeven zelve volgen.

Eerste Reeks. Proeven in het luchtledige.

Deze proeven dagteekenen van October en November 1876. In kolfjes van ongeveer 100 C.C. inhoud werden gebracht: ongekookte erwten, stukjes raauw vleesch, beide met water overgoten, bouillon, gistafkooksel, elk afzonderlijk, behoorlijk geïnfecteerd en tot zoodanige hoeveelheid, dat slechts ongeveer de helft der kolfjes gevuld was. Deze werden daarop aan eene Geissler'sche kwik-luchtpomp zoo volkomen mogelijk geëvacueerd en daarna toegesmolten.

Thans (Maart 1878) is het voorkomen als volgt:

De bouillon en het gistafkooksel zijn in kleur en helderheid volkomen onveranderd gebleven. Het vleesch is bleekrood geworden en maar voor een klein gedeelte gedesagregeerd, het overige heeft zijn zamenhang behouden en ziet er uit als niet

volkomen uitgewasschen versch vleesch. De met bouillon gevulde kolf heeft, blijkens den aanslag van het water tegen den wand, de luchtledigheid behouden. Niet alzoo de kolf met erwten, die is geopend; er stroomde gas uit, dat bleek CO^2 te bevatten. De inhoud was zuur: de erwten zelve waren nog in haar geheel, maar geel van kleur, de schil had losgelaten en de inhoud was murw, de reuk die naar vlugtige vetzuren met een onbeduidend spoor van zwavelwaterstof. Het vocht gaf geene reactie op legumine. Door een misverstand werd de observatie onder het mikroskoop verzuimd. De kolf had ongeveer 5 gram gedroogde erwten bevat. Het vocht leverde nu bij destillatie met magnesia 20 milligram ammonia, en bij daarop volgende destillatie met verdund zwavelzuur eene hoeveelheid vlugtige zuren die als boterzuur berekend 264 milligram bedroeg.

Ik merk nog op dat de waargenomen veranderingen spoedig na den aanvang der proef zijn waargenomen en dat de toestand waarin de inhoud zich thans bevindt, een toestand van volkomen rust is, die reeds meer dan een jaar duurt.

Dat de rotting in de kolf met erwten zooveel sterker is geweest dan in de overige, schrijf ik daaraan toe, dat de drooge erwten onder de gerimpelde schil eene belangrijke hoeveelheid niet gemakkelijk te verwijderen lucht bevatten.

Tweede Reeks. Proeven in waterstof- en in stikstofgas.

Fig. 1.



Deze proeven werden genomen in glazen buizen van bijgaanden vorm : de inhoud was ± 90 C.C., de bovenste verwijding diende als veiligheidsruimte bij het heftig opkoken der vloeistoffen gedurende het evacueeren.

De gassen werden op de gewone wijzen bereid en met alle bekende hulpmiddelen gezuiverd. Om er de zuurstof zoo volledig mogelijk aan te ontnemen, werden zij eenige dagen voor het gebruik in een BUNSEN'schen kwikgashouder gebracht, die door middel van ingeslepen en met glazen kranen voorziene glasbuizen, met vermijding van alle caoutchouc, aan de

luchtpomp verbonden was. De kwikoppervlakte in den gashouder was met kleine stukken kleurloozen en bevochtigden phosphorus bedekt. Na aanraking gedurende eenige dagen, zoo noodig in een verwarmd vertrek, en nadat het lichten volkomen had opgehouden, werd het gas door eene buis, glaskoralen bevattende die met chroomzuur-oplossing waren bevochtigd en waardoor phosphordampen en phosphorigzuur werden teruggehouden, geleid in de luchtpomp, aan welke de te vullen buis bevestigd was door aansmelting aan een ingeslepen glasstuk. De buis was vooraf geëvacueerd. Na met het gas gevuld te zijn werd de evacueering en wedervulling nog drie- of viermaal herhaald en daarna de buis afgesmolten.

Sedert Maart 1877 worden aldus in stikstof- en in waterstofatmospheeren bewaard: gedroogde, ongekookte erwten, raauw vleesch, stukjes hard gekookt eiwit, alle drie onder water, voorts urine, bouillon en gistafkooksel, alles vooraf geïnfecteerd.

Deze voorwerpen hebben zich tot dusver slechts uiterst weinig veranderd. Gistafkooksel en urine hebben een weinig bezinksel afgezet, maar zijn wederom volkomen helder geworden. Het vleesch is behalve de kleur die paarsch geworden is en eene geringe desaggregatie, onveranderd, desgelijks de erwten. Deze laatsten hebben zelfs in waterstof hare oorspronkelijke groene kleur behouden *).

Derde Reeks. Proeven met zeer kleine hoeveelheid lucht.

In de maanden Juli en Augustus 1877 werden een aantal deels aan de eene zijde toegesmolten buizen, deels kolfjes, nadat de opening was vernaauwd, met verschillende geïnfecteerde organische stoffen gevuld en daarna met insluiting van zoo weinig mogelijk lucht toegeblazen. De ruimte boven de stoffen vrijgelaten, bedroeg in maat hoogstens één duizendste van de

*) Alle voorwerpen in waterstof hebben een iets frischer voorkomen dan die in stikstof. Ik onderstel, dat eene waterstofatmosfeer verder van zuurstof kan worden beroofd, dan een ander gas, omdat het in tegenwoordigheid van een sterk reduceerend ligchaam (phosphorus) zelf tot verbinding met zuurstof wordt gedreven, en herinner om dit aannemelijk te maken aan de welbekende proeven van DE SAUSSURE (*Journ. für prakt. Chemie* 14, 162), over de verandering van knalgas in water, bij aanwezigheid van rottende stoffen.

hoeveelheid organische stof en deze ruimte werd natuurlijk bij het toesmelten sterk verwarmd, zoodat de opgesloten lucht in evenredig verijlden toestand verkeerde.

De gekozen stoffen waren ook thans weder: versch vleesch, stukjes hard gekookt eiwit (beide met water overgoten), bloed, deels gedefibrineerd deels met geleiachtig afgescheiden fibrine, melk (bij uitzondering met een droppel zure melk zelf geïnfecteerd), urine en faecaalstoffen uit de Liernurtoestellen alhier. Deze laatsten wemelden van spirillen en werden alzoo niet opzettelijk geïnfecteerd.

Al deze toebereide buizen zijn tot op den huidigen dag in nagenoeg onveranderden staat aanwezig. Eene buis met urine heeft langs de wanden groote kristallen, denkelijk van tripelphosphaat afgezet, wat dan tevens bewijst dat de oorspronkelijk geconstateerde zure reactie in eene alcalische is overgegaan en dus de rotting is aangevangen. Maar behalve een gering bezinksel op den bodem is het vocht volmaakt helder en van de oorspronkelijke kleur.

De buizen met melk hebben een bizonder karakteristiek voorkomen. Zij hebben steeds vertikaal gestaan: boven heeft zich eene geele laag boter afgescheiden, daaronder is de caseïne van boven tot beneden in de buis tot eene zamenhangende sneeuwwitte massa gestremd, die hier en daar scheuren en afbrekingen vertoont welke met volkomen helder serum opgevuld zijn. Men kan zich moeielijk fraaijer praeparaten denken om de scheiding der melk in hare naaste bestanddeelen te demonstreeren.

Eiwit en vleesch hebben, behoudens eene uiterst geringe verkleuring, hun uiterlijk voorkomen onveranderd behouden.

Van eene 5 decimeter lange, op 1 Augustus 1877 met raauw vleesch en een weinig water gevulde en toegesmolten buis, werd op 28 September de uitgetrokken punt afgebroken, waarbij zich eene geringe ontwikkeling van stinkend H^2S en CO^2 houdend gas openbaarde. Men liet de buis open staan en reeds na 24 uur was aan de oppervlakte de groengraauwe verkleuring bemerkbaar, die voor rottend vleesch zoo kenmerkend is. Die verkleuring verspreidde zich in weinige dagen over de volgende lagen tot 4 à 5 centimeter diep. Alstoen werd de buis weder toegeblazen en sedert is de inhoud onveranderd gebleven en nog

altijd hebben de onderste lagen vleesch haar oorspronkelijk voorkomen behouden.

Aan deze proeven werden eenige mikroskopische waarnemingen verbonden. De met uiterst levendige spirillen vervulde faecaalmassa werd gebezigd om er eenige glaskamers, waarvan het eene einde reeds toegesmolten was, mede te vullen en dan ook het andere uiteinde, dat vooraf was uitgetrokken, met insluiting van zoo weinig mogelijk lucht toe te blazen. De toestellen werden in eene warme atmosfeer bewaard. De daarin bevatte stof begon weldra, even als in de makroskopische proeven met hetzelfde materiaal, grove, gemakkelijk bezinkende vlokken af te zetten. In het betrekkelijk heldere vocht dat in de capillaire ruimte aanwezig was, konden na twee of drie dagen geene spirillen meer gevonden worden. Hunne plaats werd ingenomen door kleine bacillen wier contouren en bewegingen flaauwer en flaauwer werden, zoodat er na eenigen tijd geene erkenbare mikro-organismen meer te bespeuren waren.

Vierde reeks. Proeven met absorbeermiddelen voor de ingesloten zuurstof.

Fig. 2.



Daarvoor werden gebezigd toestellen van nevensgaanden vorm; in de eene der 7 à 8 centimeter lange buizen werd de zuurstof-absorbeerende stof gebragt. Daartoe werden bij verschillende proeven gebezigd: eene solutie van glucose in natronloog met een weinig indigocarmijn, een mengsel van een ferrozout met overvloedige natronloog, eene dunne brij van ferrosum-ferrocyanuur met water. Dit laatste is het slechtste — d. i. hier het langzaamste — absorbens, het eerste voldoet verreweg het best, vooral wanneer eenigzins verhoogde temperatuur wordt aangewend.

De organische stoffen die in de tweede buis werden gebragt,

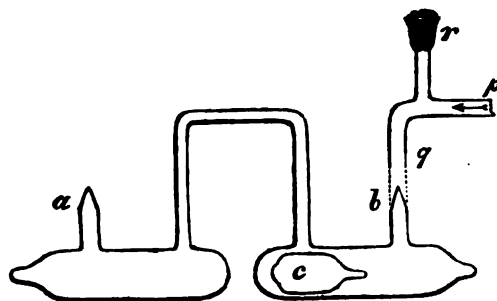
waren in verschillende proeven: stukken hard gekookt eiwit met water, gistafkooksel, urine, allen behoorlijk geïnfecteerd. Nadat de uiteinden *a* en *b* waren toegesmolten werd het uiteinde *c* aan de luchtpomp bevestigd en òf geëvacueerd òf met stikstofgas gevuld.

Zoodanige toestellen zijn in Mei en in Juli 1877 gesloten en sedert bij temperaturen tusschen 15° en 40° bewaard. De inhoud heeft in de eerste dagen onbeduidende kleursverandering of geringe troebeling vertoond, maar is sedert overanderd gebleven.

De vertikale buizen dezer toestellen waren opzettelijk eenigzins lang genomen en met watten gevuld, ten einde te kunnen beproeven of de stoffen, als zij na eenigen tijd geene verdere verandering ondergingen, door toelating van gesteriliseerde lucht weder in rotting zouden geraken.

Dit is echter niet geschied omdat het later doelmatiger scheen, het antwoord op deze vraag langs een anderen weg te zoeken.

Fig. 3.



Twee toestellen nl. van nevensgaanden vorm werden in Juli 1877 met stikstof gevuld door het gas gedurende een geruimen tijd bij *a* in, bij *b* uit te laten stroomen. Vooraf was in de eene buis een mengsel van ferrosum-chloruur en natronloog. in de andere organische stof (in één toestel gistafkooksel, in een ander urine) gebracht, maar niet opzettelijk geïnfecteerd. Om de infectie te kunnen aanbrengen was in elke der buizen met organische stof eene toegesmolten dunne glazen ampul *c* aangebracht, gevuld met rottend gistafkooksel, gemengd met een weinig ferrosum-ferrocyanuur. De toestellen werden dadelijk na het toeblazen in

een ijskelder geplaatst, waar zij vier weken verbleven, ten einde aan het ferrohydroxyde de gelegenheid te geven om zoo mogelijk alle zuurstof uit de afgesloten ruimte weg te nemen. Na dien tijd bevond men de vloeistoffen volkomen helder en het ferrosum-ferrocyanuur in de ampullen geheel ontkleurd. Die toestand bleef onveranderd toen de apparaten daarna eenigen tijd aan eene temp. van 40° werden blootgesteld. Door eene stootende beweging werden alsnu de ampullen verbroken en hun inhoud door de organische vloeistoffen verspreid, waarbij — gelijk te voorzien was — geen blaauwkleuring van het reactief werd waargenomen. Maar evenmin bleek iets van rotting toen de toestellen daarna in broeitemperatuur werden gebracht. Het gesuspendeerde ferrosum-ferrocyanuur bezonk en liet de vloeistoffen volkomen helder terug *).

In October 1877 werd alsnu door middel van eene in de figuur tevens aangegeven inrichting gefiltreerde lucht gelaten tot de organische stoffen. De glazen buis *p q r*, bij *q* van een caoutchoucbuis voorzien, werd door een krachtigen stoomstraal, die bij *p* intrad, gedesinfecteerd en terwijl de stoom doorging werd de caoutchoucbuis over de punt *b* geschoven en door omwinding met een koperdraad bevestigd, zoodat de stoom nu door *r* ontweek. Na eenigen tijd werd deze opening met watten gesloten en de buis bij *p* afgeblazen. Na bekoeling werd nu de punt *b* in de caoutchoucbuis afgebroken en het toestel wederom een geruimen tijd aan broeiwarmte blootgesteld zonder dat echter tot heden het geringste teeken van rotting in den inhoud waar te nemen is geweest.

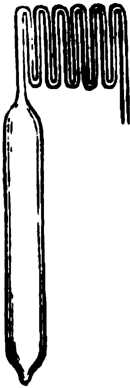
Deze uitkomst leidde tot eene

Vijfde Reeks van proeven, bij welke men zich dezelfde vraag n.l. of de rotting, die in de hermetisch gesloten toestellen aangevangen, maar spoedig tot staan gekomen was, door lateren toevoer van gedesinfecteerde lucht weder kan worden opgewekt, ter beantwoording stelde.

Deze proeven werden genomen in buizen van nevensgaanden

*) Controleproeven hadden bewezen, dat bedoeld reactief in vloeistoffen, die aan de lucht zijn blootgesteld, de rotting in 't minst niet belemmert.

Fig. 4.



vorm en van een inhoud van 25 tot 70 à 80 C.C. Het gekronkelde gedeelte was aan het uiteinde toegeblazen, de buizen werden door het andere uiteinde gevuld dat daarop insgelijks werd toegesmolten met insluiting van zoo weinig mogelijk lucht. De vullingen bestonden uit stukjes raauw vleesch, gedroogde erwten, ongekookte rijstkorrels, alle drie met water overgoten, voorts uit gistafkooksel, bloed, melk, alles behoorlijk geïnfecteerd.

Zoodanige proeven werden het eerst in September 1877 genomen. Van een stel buizen werd de inhoud door afbreking van de punt van het gekronkelde uiteinde, dadelijk met de lucht in aanraking gebracht, waarvan het gevolg was dat de verschijnselen der rotting zich bij alle stoffen openbaarde door verkleuring, desagregatie en troebeling. Zeer duidelijk bleek echter de belemmering van den luchttoevoer in den vertraagden gang dier verschijnselen. Inzonderheid bij het gistafkooksel deed zij zich op eene eigenaardige wijze kennen. Het weldra troebel geworden vocht werd namelijk na eenigen tijd weder volmaakt helder, om later op nieuw troebel en daarna nogmaals helder te worden. Deze periodiciteit mag een gevolg geacht worden van de snelheid waarmede de bacteriën zich in dit vocht ontwikkelen. Daarbij wordt de voorhanden zuurstof zoo snel verbruikt, dat de diffusie haar niet spoedig genoeg van buiten weder kan aanvoeren, waarvan eene interruptie in het rottingsproces het gevolg moet zijn *).

Een tweede en derde stel dier proeven werden gesloten tot Jan. 1878 op eene warme plaats bewaard, zonder dat aan de

*) Een met bacteriën vervuld gistafkooksel is waarschijnlijk wel het snelste zuurstof absorbeerend middel en daar de rotting van dit vocht tot nagenoeg geen stank aanleiding geeft, heb ik houtzaagsel, met eene zoodanige vloeistof doortrokken, met het beste gevolg gebezigd om stukjes vleesch en hard gekookt eiwit in dichtgesoldeerde blikken bussen tegen bederf te bewaren. Na zes weken op eene warme plaats te hebben gestaan, bleek bij het openen, dat het vleesch wel zijn kleur en geur had verloren, en dat het eiwit tot eene witte zeepachtige massa was geworden (welke echter nog alle reactiën van eiwit vertoonde) maar van rotting en van bacteriën was geen spoor te bespeuren.

inhoud iets anders te zien was, dan de vroeger reeds beschreven onbeduidende veranderingen. Ook de melk gedroeg zich op dezelfde wijze.

Op 19 Jan. 1878 werd de punt van al deze buizen afgebroken, waardoor de inhoud, na vier maanden van de lucht afgesloten geweest te zijn, weder met haar in gemeenschap werd gesteld, maar op zoodanige wijze dat met haar geene bacteriën of kiemen daarvan konden binnendringen.

Bij het openen bleek dat de erwten weder eene belangrijke ontwikkeling van CO^2 en H^2S houdend gas gaven. Een deel van het uitgespoten zure vocht liet onder het mikroskoop ongeschonden amylumkorrels en spiraaldraden erkennen nevens celweefsel-detritus en zwak gecontoureerde en volkomen bewegingloze bacteriën. Ook rijst en vleesch gaven eene, schoon onbeduidende gasontwikkeling. De geopende buizen werden nu 11 etmalen in eene broeistoof bij 40^0 bewaard, gedurende welken tijd de vloeistoffen tot bezinking kwamen en sedert staan deze buizen door haar gekronkeld uiteinde in voortdurende aanraking met de lucht zonder dat aan haar inhoud het geringste uitwendige teeken van rotting bespeurd kan worden, hetgeen vooral opvalt bij vergelijking met den inhoud van het eerste stel buizen, die van meet af geopend zijn geweest, en die bij allen zich in zeer kennelijken staat van rotting bevindt *).

Tot zoover louter mededeeling van waargenomen feiten; welke gevolgtrekkingen mogen nu daaruit worden afgeleid?

*) Alleen het bloed toont eene zonderlinge afwijking. Het geïnfecteerde bloed, dat steeds met de lucht in aanraking is geweest, bevindt zich wel in kennelijken staat van langzame rotting, maar de roode kleur en het haemoglobinespectrum zijn nog weinig verzwakt. Trouwens de groote bestendigheid van deze kleurstof tegenover rottingsbacteriën is reeds meermalen opgemerkt (HOPPE SEYLER *Zeitschr.* I. Heft 2, KAUFFMANN, *Journ. für prakt. Ch.* 1878, XVII. 79). Maar het bloed dat vier maanden lang opgesloten was geweest en gedurende dien tijd zijn haemoglobinespectrum volkomen onverzwakt had behouden, verloor zeer snel zijne kleur en, gelijk bij het verbreken van eene zoodanige buis bleek, bijna geheel zijn eiwitgehalte terwijl een aanzienlijk bruinzwart haematine houdend bezinksel zich afzette en de wanden der buis bekleedde. Rottingsbacteriën schijnen hierbij niet in het spel te zijn, te oordeelen naar den zeer onbeduidenden stank der vloeistof en de volkomen absentie van bewegelijke bacteriën. PASTEUR vermeldt (*Etudes sur la bière* bladz 49 noot) eene dergelijke verandering van hondenbloed in sterile lucht, maar vond daarbij kristallen, die in mijne praeparaten — want ik heb de proef meermalen herhaald — steeds ontbraken.

Mij dunkt, in elk geval dit algemeene feit: de beweering, zoo dikwijls herhaald, dat fermentatieprocessen die van levende organismen afhankelijk zijn en bepaaldelijk de rotting, in zoogenaamd volkomen van de lucht afgesloten ruimten geheel ten einde kunnen loopen, geldt niet voor ruimten die hermetisch zijn afgesloten.

Immers zal niemand, die deze proeven uit aanschouwing kent, nog vergen dat de absentie van een ontwikkelde rottingproces door analyse werd bewezen. Ten overvloede mag worden herinnerd dat in 15 maanden tijds van de eiwitstof der ingesloten erwten — die van alle gebezigde organische stoffen het minst van lucht konden worden bevrijd — slechts 24 percent boterzuur en 1,8 percent ammonia werd verkregen (zie bldz. 312), terwijl JEANNERET in zijne proeven (*Journ. für prakt. Chemie* 1877, XV 353) bij afsluiting der lucht, uit rottende gelatine en eiwit in 11 tot 29 dagen van 28 tot 35 percent boterzuur en van 5,7 tot 10,7 percent ammonia zag ontstaan.

Kan beweerd worden, dat mijne proeven voorbeelden zijn van een nog veel langzamer verloop der rotting, dan JEANNERET waarnam, ten gevolge van mijne zooveel volkomener afsluiting? Wil men dus, dat de zuurstof der lucht niets anders doet dan het proces bespoedigen? Hiertegen pleiten ten sterkste de proeven der vijfde reeks, waaruit duidelijk blijkt, dat de organische vloeistoffen, na eenigen tijd opgesloten te zijn geweest, door vernieuwde toetreding van bacteriënvrije lucht niet weder tot rotting kunnen worden gebracht *).

De onderstelling dat de zuurstof eene bespoedigende werking zou hebben is in zich zelf irrationeel en strijdig met de theorie der anaërobiose. Immers volgens deze is ontrekking van zuurstofgas het middel om de aërobiën in anaërobiën te veranderen en fermentatie te doen ontstaan. Hoe zoude dan zuurstoftoevoer

*) Ik kan niet nalaten er in het voorbijgaan op te merken, dat de methode van deze proeven der vijfde reeks een nieuw middel aan de hand geeft tot bestrijding der archebiose; wij hebben hier organische stoffen, eerst geïnfecteerd en na eenigen tijd in rotting verkeerd te hebben, gesteriliseerd zonder koking, en die noch bij afsluiting noch bij toetreding van (sterile) lucht bacteriën ontwikkelen, al zijn zij aan de gunstigste omstandigheden daartoe blootgesteld. Tegenover de telkens weder optredende en niet altijd gemakkelijk te wederleggen beweeringen van de voorstanders der archebiose (zie BASTIAN, *Journ. of the Linnean Society Zoölogy*, Vol. XIV. N°. 73, bldz. 1) zijn nieuwe experimenteer-methoden niet te versmaden.

datgene bespoedigen kunnen, waarvan zuurstof-onttrekking de conditie is?

Er blijft niet anders over dan aan te nemen, dat de zuurstof-onttrekking in mijne proeven de oorzaak is geweest van den dood der bacteriën en daardoor de rotting heeft doen ophouden niet alleen, maar ook voor het vervolg onmogelijk heeft gemaakt, zelfs bij luchttoevoer, mits deze slechts geene kiemen of bacteriën medebrengt.

Tegen deze voorstelling kan alleen de bedenking worden gemaakt, dat het niet bewezen is dat geene andere oorzaken dan zuurstof-ontrekking bij mijne proeven den dood der bacteriën hebben bewerkt.

Welke zouden die andere oorzaken wezen?

Hooge zuurstofdrukkingen, gelijk in de proeven van P. BERT, zijn hier, gelijk wij reeds in den aanhef opmerkten, onaannemelijk.

VON NÄGELI somt in zijn bekend werk bld. 27 de factoren op van welke de ontwikkeling der bacteriën afhangt: 1°. de voedingstof, 2°. de zuurstof, 3°. het water, 4°. de in water oplosbare stoffen die geene voedingstoffen zijn, 5°. de temperatuur, 6°. mikro-organismen, die tot andere groepen behooren.

Aangezien door mij alleen stoffen zijn gebruikt, die aan de lucht gemakkelijk niet alleen aanvangen te rotten, maar ook tot volledige desorganisatie en totale scheikundige verandering doorrotten en zij steeds geïnfecteerd zijn met bacteriën, uit krachtig rottende stoffen van overeenkomstigen aard genomen, zoo mag veilig worden aangenomen dat de momenten sub 1, 3 en 6 genoemd, even als dat sub 5 in mijne proeven niet de oorzaak van den dood der bacteriën geweest kunnen zijn.

Blijft derhalve, behalve de zuurstof, alleen over: de in water oplosbare stoffen, die geene voedingstoffen zijn. VON NÄGELI merkt daaromtrent het volgende op: de gewone voedingstoffen kunnen voor de bacteriën schadelijk worden 1°. wanneer de concentratie toeneemt, 2°. wanneer de omzettingsproducten zich kunnen ophoopen. Mijne wijze van proefneming sloot het eerste geval uit. Overweegt men verder, dat alleen de hermetische sluiting den voortgang der rotting verhindert (waar die sluiting verbroken was ging zij voort, (zie de proef met de vleeschbuis

van de derde reeks, blz. 316 en de contrôle-proeven der vijfde reeks, blz. 320), zoo kan het tweede geval alleen hier in aanmerking komen voor zooverre betreft de vluchtige omzettingsproducten. Van CO^2 kan hier natuurlijk geene sprake zijn, daar dit in vele proeven zich in het geheel niet ontwikkelde, in andere overvloedige gelegenheid vond om door de natronloog, in de toestellen bevat, geabsorbeerd te worden. De voorname vraag blijft deze, of er onder de vluchtige omzettingsproducten zijn, die reeds in kleine hoeveelheid voor de bacteriën vergif zijn en die dus moeten kunnen ontwijken, zal haar leven geen gevaar loopen.

Zoolang men zich over den mogelijken aard van zoodanige stoffen niet eene eenigzins bepaalde voorstelling maken kan, is het niet mogelijk aan deze bedenking door het experiment te gemoet te komen. Wellicht zouden echter vergelijkende proeven met gelijke hoeveelheden van dezelfde organische stof in cultuurruimten van gelijke capaciteit, maar verschillende hoeveelheden zuurstof bevattende, hierover nog eenig meerder licht verspreiden kunnen. Indien de rotting bij meer zuurstof verder gaat, dan bij minder zuurstof, dan kan zij in dit laatste geval niet zijn opgehouden tengevolge van ophooping van schadelijke omzettingsproducten. Om velerlei reden zijn echter zulke proeven uiterst bezwaarlijk, en ik heb dan ook tot dusver niet den moed gehad daaraan te beginnen.

Tot zoolang wensch ik zelf mijne proeven niet als volkomen afdoende aan te merken. Slechts dit schijnt mij zeker toe: in hermetisch gesloten ruimten gaat bij minimale hoeveelheden zuurstof de rotting *niet* tot het einde door, en de voorstanders der anaërobiose en der daarop gegronde fermentatieleer zullen — ten minste als zij zich overtuigd hebben, dat bij deze proeven geen van de bekende sluitingsmiddelen voldoende waarborgen geeft tegen de toetreding van zuurstof uit de lucht dan de hermetische sluiting alleen — naar nieuwe middelen moeten omzien om hunne stelling te bewijzen.

Aan het einde van dit opstel betuig ik mijnen dank aan de Heeren SCHWAB en LIBOSAN, assistenten aan het Laboratorium alhier, voor de hulp mij bij dezen experimenteelen arbeid bewezen.

BIJDRAGEN

TOT DE

THEORIE DER BEPAALDE INTEGRALEN N°. XIV.

OVER INTEGRALEN VAN DEN VORM

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{F(x)\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x} \text{ en } \int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{x\,F(x)\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x},$$

WAARIN F EENE GONIOMETRISCHE FUNCTIE IS.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.



1. Door de substitutie $2x=y$ herleidt men allengs

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}=\frac{1}{2}\int_0^{\pi}\frac{dy}{1+\frac{1}{4}p\sin^2 y}=\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{dy}{1+\frac{1}{4}p\sin^2 y}=$$

$$=\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{dy}{\cos^2 y}\,\frac{1}{\sec^2 y+\frac{1}{4}p\,tg^2 y};$$

en hierin $tg\,y=u$ stellende, verder

$$=\int_0^{\infty}\frac{du}{1+u^2+\frac{1}{4}pu^2}=\int_0^{\infty}\frac{du}{1+(1+\frac{1}{4}p)u^2}=\frac{1}{\sqrt{1+\frac{1}{4}p}}\,\frac{\pi}{2}=\frac{\pi}{\sqrt{4+p}}, .(1)$$

naar de bekende waarde der onbepaalde integraal

$$\int\frac{dz}{1+q\,z^2}=\frac{1}{\sqrt{q}}\,Bg\,tg\,\frac{z}{\sqrt{q}}.$$

Ter wille van de doorloopendheid dezer integraal, is noodzakelijk $4+p>0$, dus $p>-4$.

En dit zal hier voortdurend worden aangenomen, indien niet het tegendeel uitdrukkelijk wordt aangegeven.

Om de integralen

$$K = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin^2 x\, dx}{1 + p \sin^2 x . \cos^2 x} \quad \text{en} \quad L = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\cos^2 x\, dx}{1 + p \sin^2 x . \cos^2 x}$$

te vinden, heeft men

$$K + L = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{dx}{1 + p \sin^2 x . \cos^2 x} = \frac{\pi}{\sqrt{4+p}};$$

en verder, met behulp derzelfde substitutie $2x = y$, als boven,

$$L - K = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\cos 2x\, dx}{1 + p \sin^2 x . \cos^2 x} = \frac{1}{2} \int_0^{\pi} \frac{\cos y\, dy}{1 + \frac{1}{4} p \sin^2 y} =$$

$$= \frac{1}{2} \left[\int_0^{\frac{1}{2}\pi} + \int_{\frac{1}{2}\pi}^{\pi} \right] \frac{\cos y\, dy}{1 + \frac{1}{4} p \sin^2 y}.$$

Brengt men in de laatste integraal tusschen de haakjes $y = \pi - z$, zoo wordt $dy = -dz$, $\cos y = -\cos z$, $\sin y = \sin z$, met de grenzen $\frac{1}{2}\pi$ en 0; dus verder

$$L - K = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\cos 2x\, dx}{1 + p \sin^2 x . \cos^2 x} = \frac{1}{2} \left[\int_0^{\frac{1}{2}\pi} + \int_{\frac{1}{2}\pi}^{0} \right] \frac{\cos y\, dy}{1 + \frac{1}{4} p \sin^2 y} = 0. \quad (2)$$

Daaruit volgt $L = K$, en dus

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin^2 x\, dx}{1 + p \sin^2 x . \cos^2 x} = \frac{\pi}{2\sqrt{4+p}}, \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

$$= \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\cos^2 x\, dx}{1 + p \sin^2 x . \cos^2 x}. \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Verder is, bij dezelfde beteekenis van y,

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin x . \cos x\, dx}{1 + p \sin^2 x . \cos^2 x} = \frac{1}{4} \int_0^{\pi} \frac{\sin y\, dy}{1 + \frac{1}{4} p \sin^2 y} = \frac{1}{2} \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin y\, dy}{1 + \frac{1}{4} p \sin^2 y} =$$

$$= 2 \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin y\, dy}{(4 + p) - p \cos^2 y}.$$

Door de substitutie $\cos y = z$ wordt dit

$$= 2\int_0^1 \frac{dz}{(4+p) - pz^2} = \frac{2}{4+p}\int_0^1 \frac{dz}{1 - \frac{p}{4+p}z^2}.$$

Bij deze integraal moet men onderscheid maken of $\frac{p}{4+p}$ positief is, dus $p > 0$; dan wel $\frac{p}{4+p}$ negatief, dus $0 > p > -4$, dat is, de volstrekte waarde van $p < 4$. Men verkrijgt in beide gevallen afzonderlijk

$$= \frac{1}{\sqrt{p(4+p)}}\, l\, \frac{1 + z\sqrt{\frac{p}{4+p}}}{1 - z\sqrt{\frac{p}{4+p}}}\Bigg/_0^1 = \frac{1}{\sqrt{p(4+p)}}\, \frac{\sqrt{4+p} + \sqrt{p}}{\sqrt{4+p} - \sqrt{p}} =$$

$$= \frac{2}{\sqrt{p(4+p)}}\, l\, \left\{\tfrac{1}{2}\left(\sqrt{4+p} - \sqrt{p}\right)\right\}, (p > 0), \; \ldots\ldots \; (5)$$

of

$$= \frac{2}{\sqrt{-p(4+p)}}\, Bg\,tg\, z\sqrt{\frac{-p}{4+p}}\Bigg/_0^1 = \frac{2}{\sqrt{-p(4+p)}}\, Bg\,tg \sqrt{\frac{-p}{4+p}} =$$

$$= \frac{2}{\sqrt{-p(4+p)}}\, Bg\,sin\left(\tfrac{1}{2}\sqrt{-p}\right), (0 > p > -4). \; \ldots \; (5^a)$$

Door eenvoudige herleiding volgt verder

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin^2 x.\cos^2 x\, dx}{1 + p\sin^2 x.\cos^2 x} = \frac{1}{p}\int_0^{\frac{1}{2}\pi} dx \left(1 - \frac{1}{1 + p\sin^2 x.\cos^2 x}\right) =$$

$$= \frac{1}{p}\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{\sqrt{4+p}}\right) = \frac{\pi}{2p}\left(1 - \frac{2}{\sqrt{4+p}}\right), \; \ldots\ldots \; (6)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin^4 x\, dx}{1 + p\sin^2 x.\cos^2 x} = (3)-(6) = \frac{\pi}{2p}\left(\frac{2+p}{\sqrt{4+p}} - 1\right), \; \ldots \; (7)$$

$$= (4)-(6) = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\cos^4 x\, dx}{1 + p\sin^2 x.\cos^2 x}, \; \ldots\ldots\ldots\ldots \; (8)$$

$$\int_0^{\frac{1}{4}\pi}\frac{\sin^2 x.\cos^2 x.\cos 2x dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}=\frac{1}{p}\int_0^{\frac{1}{4}\pi}\cos 2x dx\left(1-\frac{1}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}\right)=0,.(9)$$

dus ook

$$\int_0^{\frac{1}{4}\pi}\frac{\sin 4x.\sin 2x\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}=0.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;(10)$$

Verder volgt, door de substitutie $x=\frac{\pi}{2}-z$,

$$I=\int_0^{\frac{1}{4}\pi}\frac{\sin^3 x.\cos x\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}=\int_0^{\frac{1}{4}\pi}\frac{\sin x.\cos^3 x\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x};$$

haar verschil geeft

$$4\int_0^{\frac{1}{4}\pi}\frac{\sin x.\cos x.\cos 2x\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}=\int_0^{\frac{1}{4}\pi}\frac{\sin 4x\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}=0,\;.\;(11)$$

die ook rechtstreeks uit (10) te vinden ware; maar hare som geeft daarop

$$2I=\int_0^{\frac{1}{4}\pi}\frac{\sin x.\cos x\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}.$$

Derhalve

$$\int_0^{\frac{1}{4}\pi}\frac{\sin^3 x.\cos x\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}=\frac{1}{\sqrt{p(4+p)}}l\left\{\tfrac{1}{2}(\sqrt{4+p}+\sqrt{p})\right\},(p>0),.(12)$$

$$=\frac{1}{\sqrt{-p(4+p)}}Bg\sin\left(\tfrac{1}{2}\sqrt{-p}\right),(0>p>-4),.\;(12^a)$$

$$=\int_0^{\frac{1}{4}\pi}\frac{\sin x.\cos^3 x\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;(13)$$

Bij de vorige integralen is overal de teller van een even graad. Ten einde de integralen te vinden, waarbij die teller van een oneven graad is, zoude men moeten beginnen met de integraal

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin x\, d x}{1+p \sin^2 x.\cos^2 x} = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\cos x\, d x}{1+p \sin^2 x.\cos^2 x},$$

die wel te bepalen is door de eenvoudige onbepaalde integraal, maar waarvan de waarde niet tot eene eenvoudige te herleiden is.

Het bovenstaande moge dus hier volstaan; en met dit materiaal kan men vele andere nieuwe bepaalde integralen afleiden.

2. Vooreerst differentieere men ze naar de standvastige p; zoo geven zij achtereenvolgens

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin^2 x.\cos^2 x\, d x}{(1+p \sin^2 x.\cos^2 x)^2} = \frac{\pi}{2\sqrt{4+p}^{\,3}} \text{ *)}, \quad \ldots \quad (1)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin^4 x.\cos^2 x\, d x}{(1+p \sin^2 x.\cos^2 x)^2} = \frac{\pi}{4\sqrt{4+p}^{\,3}}, \quad \ldots \quad (3)$$

$$= \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin^2 x.\cos^4 x\, d x}{(1+p \sin^2 x.\cos^2 x)^2}; \quad \ldots \ldots \quad (4)$$

en daarmede

$$4\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin^2 x.\cos^2 x.\cos 2x\, dx}{(1+p \sin^2 x.\cos^2 x)^2} = 0, \quad \ldots \ldots \quad (2)$$

$$= \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin 4x.\sin 2x\, d x}{(1+p \sin^2 x.\cos^2 x)^2} \quad \ldots \ldots \quad (2^a)$$

Verder

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin^2 x.\cos^2 x\, d x}{(1+p \sin^2 x.\cos^2 x)^2} =$$

$$= \frac{1}{p(4+p)}\left[-1+2\frac{2+p}{\sqrt{p(4+p)}}\, l\, \tfrac{1}{2}(\sqrt{4+p}+\sqrt{p})\right], (p>0), \quad (5$$

$$= \frac{1}{p(4+p)}\left[-1+\frac{2(2+p)}{\sqrt{-p(4+p)}} Bgsin(\tfrac{1}{2}\sqrt{-p})\right], (0>p>-4), \quad .(5^a)$$

*) Hier en overal verder, zullen wij in de verschillende paragrafen aan de afgeleide integralen hetzelfde nummer geven, als de integraal, waarvan zij zijn afgeleid. Deze wijze van noteeren heeft alleen het bezwaar, dat men, bij de aanhaling eener gevonden uitkomst, niet alleen het nummer, maar ook de paragraaf zelve moet aanhalen.

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{\sin^4 x.\cos^4 x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2}=\frac{\pi}{2p}\left\{\frac{1}{p}-\frac{2}{\sqrt{4+p}}-\frac{1}{\sqrt{4+p}^3}\right\}, \ldots (6)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{\sin^6 x.\cos^2 x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2}=\frac{\pi}{2p}\left(-\frac{1}{p}+\frac{2}{p\sqrt{4+p}}+\frac{2+p}{2\sqrt{4+p}^3}\right), .(7)$$

$$=\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{\sin^2 x.\cos^6 x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2}, \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{\sin^4 x.\cos^4 x.\cos 2x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2}=0, \ldots\ldots\ldots (9)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{\sin^2 x.\cos^2 x.\sin 4x.\sin 2x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2}=0, \ldots (10)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{\sin^2 x.\cos^2 x.\sin 4x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2}=0, \ldots\ldots\ldots (11)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{\sin^5 x.\cos^3 x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2}=$$

$$=\frac{1}{2p(4+p)}\left[-1+\frac{2(2+p)}{\sqrt{p(4+p)}}\,l\,\tfrac{1}{2}(\sqrt{4+p}+\sqrt{p})\right],(p>0), .(12)$$

$$=\frac{1}{2p(4+p)}\left[-1+\frac{2(2+p)}{\sqrt{-p(4+p)}}\,Bgsin(\tfrac{1}{2}\sqrt{-p})\right],(0>p>-4), .(12^a)$$

$$=\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{\sin^3 x.\cos^5 x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2}. \ldots\ldots (13)$$

3. Vermenigvuldigt men de uitkomsten van § 2 met p, en trekt men die produkten af van de overeenkomstige integralen in § 1, dan verkrijgt iedere integraal den factor

$$\frac{1}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}-\frac{p\sin^2 x.\cos^2 x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2}=\frac{1}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2}. (\alpha)$$

zoodat men nu verkrijgt

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2} = \frac{8+p}{2\sqrt{4+p}^3}\pi, \ldots \quad (1)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\cos 2x\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2} = 0, \ldots \quad (2)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin^2 x\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2} = \frac{8+p}{4\sqrt{4+p}^3}\pi, \ldots \quad (3)$$

$$= \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\cos^2 x\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2}, \ldots \quad (4)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin x.\cos x\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2} = \frac{1}{4+p}\left[1+\frac{4}{\sqrt{p(4+p)}}l\{\tfrac{1}{2}(\sqrt{4+p}+\sqrt{p})\}\right], (p>0), . (5)$$

$$= \frac{1}{4+p}\left[1+\frac{4}{\sqrt{-p(4+p)}}Bg\sin(\tfrac{1}{2}\sqrt{-p})\right], (0>p>-4), . (5^a)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin^2 x.\cos^2 x\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2} = \frac{\pi}{2\sqrt{4+p}^3}, \ldots \quad (6)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin^4 x\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2} = \frac{6+p}{4\sqrt{4+p}^3}\pi, \ldots \quad (7)$$

$$= \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\cos^4 x\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2}, \ldots \quad (8)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin^2 x.\cos^2 x.\cos 2x\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2} = 0, \ldots \quad (9)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin 4x.\sin 2x\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2} = 0. \ldots \quad (10)$$

De integralen (6), (9) en (10) zijn dezelfde als de integra-

len (1), (2), (2^a) van § 2, die aldaar op andere wijze werden gevonden.

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin 4x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2} = 0, \ldots\ldots \quad (11)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin^3 x.\cos x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2} =$$

$$= \frac{1}{2(4+p)}\left[1+\frac{4}{\sqrt{p(4+p)}}\, l\{\tfrac{1}{2}(\sqrt{4+p}+\sqrt{p})\}\right], (p>0), \,.\, (12)$$

$$= \frac{1}{2(4+p)}\left[1+\frac{4}{\sqrt{-p(4+p)}}\, Bg\sin(\tfrac{1}{2}\sqrt{-p})\right], (0>p>-4), \,.\, (12^a)$$

$$= \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin x.\cos^3 x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2}. \ldots\ldots \quad (13)$$

Daar $2\sin 4x.\sin 2x = \cos 2x - \cos 6x$ is, volgt nog uit (10) in verband met (2)

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\cos 6x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2} = 0. \ldots\ldots \quad (15)$$

4. De methode, gebezigd in de beide vorige paragrafen, geeft gereedelijk aanleiding tot de volgende uitbreiding.

Noemt men $\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{F(x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} = I_a$, en beschouwt men deze I_a als eene functie van de standvastige p, die niet in de functie F voorkomt, zoo volgt, door haar naar p te differentieeren,

$$\frac{dI_a}{dp} = -a\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{F(x)\sin^2 x.\cos^2 x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}};$$

en hieruit leidt men af, even als in het begin van § 3, naar de herleidingsformule (α),

$$I_a + \frac{p}{a}\frac{dI_a}{dp} = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{F(x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}} = I_{a+1},$$

of symbolisch

$$\left(1+\frac{p}{a}\frac{d}{dp}\right)I_a = I_{a+1}. \dots\dots\dots (a)$$

Voor het eenvoudigste geval, van $a = 1$, heeft men

$$I_2 = \left(1+p\frac{d}{dp}\right)I_1,$$

juist de methode van de paragrafen 2 en 3.

Algemeen is dus

$$I_a = \left(1+\frac{p}{a-1}\frac{d}{dp}\right)\left(1+\frac{p}{a-2}\frac{d}{dp}\right)\dots\left(1+\frac{p}{2}\frac{d}{dp}\right)\left(1+p\frac{d}{dp}\right)I_1; \ . (b)$$

zoodat de I_a steeds uit de I_1 is af te leiden naar de volgende formulen, waarbij de waarde der integraal I_1, als functie van p, door $f(p)$, korter door f, worde voorgesteld.

$$I_2 = f + p\frac{df}{dp};$$

$$I_3 = \left(f+p\frac{df}{dp}\right)+\frac{p}{2}\left(2\frac{df}{dp}+p\frac{d^2f}{dp^2}\right) = f + 2p\frac{df}{dp}+\frac{1}{2}p^2\frac{d^2f}{dp^2};$$

$$I_4 = \left(f+2p\frac{df}{dp}+\frac{1}{2}p^2\frac{d^2f}{dp^2}\right)+\frac{p}{3}\left(3\frac{df}{dp}+3p\frac{d^2f}{dp^2}+\frac{1}{2}p^2\frac{d^3f}{dp^3}\right) =$$
$$= f + 3p\frac{df}{dp}+\frac{3}{2}p^2\frac{d^2f}{dp^2}+\frac{1}{2.3}p^3\frac{d^3f}{dp^3};$$

$$I_5 = \left(f+3p\frac{df}{dp}+\frac{3}{2}p^2\frac{d^2f}{dp^2}+\frac{1}{2.3}p^3\frac{d^3f}{dp^3}\right)+\frac{p}{4}\left(4\frac{df}{dp}+6p\frac{d^2f}{dp^2}+2p^2\frac{d^3f}{dp^3}+\frac{1}{2.3}p^3\frac{d^4f}{dp^4}\right) =$$
$$= f + 4p\frac{df}{dp}+3p^2\frac{d^2f}{dp^2}+\frac{2}{3}p^3\frac{d^3f}{dp^3}+\frac{1}{2.3.4}p^4\frac{d^4f}{dp^4};$$

$$I_6 = \left(f+4p\frac{df}{dp}+3p^2\frac{d^2f}{dp^2}+\frac{2}{3}p^3\frac{d^3f}{dp^3}+\frac{1}{2.3.4}p^4\frac{d^4f}{dp^4}\right)+$$
$$+\frac{p}{5}\left(5\frac{df}{dp}+10p\frac{d^2f}{dp^2}+5p^2\frac{d^3f}{dp^3}+\frac{5}{6}p^3\frac{d^4f}{dp^4}+\frac{1}{2.3.4}p^4\frac{d^5f}{dp^5}\right) =$$
$$= f+5p\frac{df}{dp}+5p^2\frac{d^2f}{dp^2}+\frac{5}{3}p^3\frac{d^3f}{dp^3}+\frac{5}{2.3.4}p^4\frac{d^4f}{dp^3}+\frac{1}{2.3.4.5}p^5\frac{d^5f}{dp^5},$$

De coëfficiënten dezer achtereenvolgende uitkomsten schijnen te voldoen aan de volgende wet voor I_{n+1}

$$1,\ \binom{n}{1},\ \frac{1}{2}\binom{n}{2},\ \frac{1}{2.3}\binom{n}{3},\ \frac{1}{2.3.4}\binom{n}{4},\ \frac{1}{2.3.4.5}\binom{n}{5},$$

dus in het algemeen $\frac{1}{1^{k/1}}\binom{n}{k}$, waarbij $\binom{n}{k}$ de uitdrukking is voor den k^{den} binomiaalcoëfficiënt der n^{de} macht. Men kan ze dan ook aldus voorstellen

$$1,\ \frac{n}{1},\ \frac{n^{2/-1}}{(1.2)^2},\ \frac{n^{3/-1}}{(1.2.3)^2},\ \frac{n^{4/-1}}{(1.2.3.4)^2},\ \frac{n^{5/-1}}{(1.2.3.4.5)^2}.\ .\ .\ \frac{n^{k/-1}}{(1^{k/1})^2}.$$

Om dit te beproeven onderstellen wij

$$I_{a+1} = f + \frac{a}{1}p\frac{df}{dp} + \frac{a^{2/-1}}{(1.2)^2}p^2\frac{d^2f}{dp^2} + \frac{a^{3/-1}}{(1.2.3)^2}p^3\frac{d^3f}{dp^3} + \dots$$
$$+ \frac{a^{k/-1}}{(1^{k/1})^2}p^k\frac{d^kf}{dp^k} + \frac{a^{k+1/-1}}{(1^{k+1/1})^2}p^{k+1}\frac{d^{k+1}f}{dp^{k+1}} + \dots + \frac{1}{1^{a/1}}p^a\frac{d^af}{dp^a}.\quad (c)$$

Hieruit volgt vooreerst

$$\frac{p}{a+1}\frac{d.I_{a+1}}{dp} = \frac{p}{a+1}\Big[\frac{df}{dp} + \frac{a}{1}p\frac{d^2f}{dp^2} + \frac{a^{2/-1}}{(1.2)^2}p^2\frac{d^3f}{dp^3} + \dots + \frac{a^{k/-1}}{(1^{k/1})^2}p^k\frac{d^{k+1}f}{dp^{k+1}} + \dots$$
$$+ \frac{a}{1}\frac{df}{dp} + \frac{a^{2/-1}}{1.2}p\frac{d^2f}{dp^2} + \frac{a^{3/-1}}{(1.2.)^2\,3}p^2\frac{d^3f}{dp^3} + \dots$$
$$+ \frac{a^{k+1/-1}}{(1^{k/1})^2(k+1)}p^k\frac{d^{k+1}f}{dp^{k+1}} + \dots + \frac{1}{1^{a/1}}p^a\frac{d^{a+1}f}{dp^{a+1}}\Big] =$$

$$= \frac{p}{a+1}\Big[\frac{a+1}{1}\frac{df}{dp} + \frac{a.a+1}{1.2}p\frac{d^2f}{dp^2} + \frac{a^{2/-1}(a+1)}{(1.2)^2.3}p^2\frac{d^3f}{dp^3} + \dots$$
$$+ \frac{a^{k/-1}(a+1)}{(1^{k/1})^2(k+1)}p^k\frac{d^{k+1}f}{dp^{k+1}} + \dots + \frac{1}{1^{a/1}}p^a\frac{d^{a+1}f}{dp^{a+1}}\Big] =$$

$$= p\frac{df}{dp} + \frac{a}{1.2}p^2\frac{d^2f}{dp^2} + \frac{a^{2/-1}}{(1.2)^2\,3}p^3\frac{d^3f}{dp^3} + \dots$$
$$+ \frac{a^{k/-1}}{(1^{k/1})^2(k+1)}p^{k+1}\frac{d^{k+1}f}{dp^{k+1}} + \dots + \frac{1}{1^{a+1/1}}p^{a+1}\frac{d^{a+1}f}{dp^{a+1}},$$

en dus, volgens de symbolische formule (a),

$$I_{a+2} = \left(1 + \frac{p}{a+1}\frac{d}{dp}\right) I_{a+1} =$$

$$= f + \frac{a+1}{1} p \frac{df}{dp} + \frac{a(a-1+2)}{(1.2)^2} p^2 \frac{d^2 f}{dp^2} + \frac{a^{2/-1}(a-2+3)}{(1.2.3)^2} p^3 \frac{d^3 f}{dp^3} + \ldots$$

$$+ \frac{a^{k/-1}(a-k+k+1)}{(1^{k+1/1})^2} p^{k+1} \frac{d^{k+1}f}{dp^{k+1}} + \ldots + \frac{1}{1^{a+1/1}} p^{a+1} \frac{d^{a+1}f}{dp^{a+1}} =$$

$$= f + \frac{a+1}{1} p \frac{df}{dp} + \frac{(a+1)^{2/-1}}{(1.2)^2} p^2 \frac{d^2 f}{dp^2} + \frac{(a+1)^{3/-1}}{(1.2.3)^2} p^3 \frac{d^3 f}{dp^3} + \ldots$$

$$+ \frac{(a+1)^{k+1/-1}}{(1^{k+1/1})^2} p^{k+1} \frac{d^{k+1}f}{dp^{k+1}} + \ldots + \frac{1}{1^{a+1/1}} p^{a+1} \frac{d^{a+1}f}{dp^{a+1}} =$$

$= I_{a+2}$, volgens de onderstelling (c).

En hieruit blijkt, dat werkelijk de vergelijking (c) de wet der coëfficiënten aangeeft, die in wederkeerigen vorm door (a), en in symbolischen vorm door (b) werd uitgedrukt. Men kan deze wet (c) aldus voorstellen

$$I_{a+1} = \sum_{k=0}^{k=a} \frac{a^{k/-1}}{(1^{k/1})^2} p^k \frac{d^k f}{dp^k} = \sum_{k=0}^{k=a} \binom{a}{k} \frac{1}{1^{k/1}} p^k \frac{d^k f}{dp^k} . \quad (c_1)$$

Wil men deze herleidingsformule toepassen op de integralen, die wij in § 1 gevonden hebben, dan zal men zich bij de eenvoudigste moeten bepalen, omdat anders de uitkomsten te zamengesteld zouden worden, en toch niet bruikbaar zouden zijn; in deze laatste gevallen immers doet men beter met het toepassen der symbolische formule (b), en de uitvoering der daarin aangegeven differentiatiën en optelling, even als wij zulks in § 2 en 3 hebben gedaan.

Zij dan vooreerst $f = \frac{1}{\sqrt{4+p}}$: dan is (zie mijn Overzicht van de Differentiaal-rekening, 1865, bladz. 33)

$$\frac{d^k f}{dp^k} = \frac{(-1)^k 1^{k/2}}{2^k (4+p)^{k+\frac{1}{2}}},$$

dus $$\binom{a}{k} \frac{1}{1^{k/1}} p^k \frac{d^k f}{dp^k} = (-1)^k \binom{a}{k} \frac{1^{k/2}}{2^{k/2}} \left(\frac{p}{p+4}\right)^k \frac{1}{\sqrt{4+p}};$$

en daarmede naar (1) van § 1

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}} = \frac{\pi}{\sqrt{4+p}} \sum_{k=0}^{k=a} (-1)^k \binom{a}{k} \frac{1^{k/2}}{2^{k/2}} \left(\frac{p}{p+4}\right)^k \ldots (1)$$

Verder is

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\cos 2x\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}} = 0, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin^2 x\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}} = \frac{\pi}{2\sqrt{4+p}} \sum_{k=0}^{k=a} (-1)^k \binom{a}{k} \frac{1^{k/2}}{2^{k/2}} \left(\frac{p}{p+4}\right)^k, \ldots (3)$$

$$= \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\cos^2 x\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}}. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

Zij vervolgens

$$f_1 = \frac{\pi}{2p}\left(1 - \frac{2}{\sqrt{4+p}}\right) = \frac{\pi}{2p} - \frac{\pi}{p\sqrt{4+p}},$$

dan is, ten deele op dezelfde wijze, ten deele naar het theorema van LEIBNITZ,

$$\frac{d^k}{dp^k} \cdot \frac{\pi}{2p} = \frac{\pi}{2} \frac{(-1)^k 1^{k/1}}{p^{k+1}},$$

en

$$\frac{d^k}{dp^k} \frac{1}{p\sqrt{4+p}}$$

$$= \sum_{l=0}^{l=k} \binom{k}{l} \frac{d^l}{dp^l} \frac{1}{\sqrt{4+p}} \cdot \frac{d^{k-l}}{dp^{k-l}} \frac{1}{p} = \sum_{l=0}^{l=k} \binom{k}{l} \frac{(-1)^l 1^{l/2}}{2^l (4+p)^{l+\frac{1}{2}}} \cdot \frac{(-1)^{k-l} 1^{k-l/1}}{p^{k-l+1}} =$$

$$= \sum_{l=0}^{l=k} \frac{k^{l/-1}}{1^{l/1}} \frac{1^{k-l/1}}{2^l} (-1)^k 1^{l/2} \frac{1}{(4+p)^{l+\frac{1}{2}} p^{k-l+1}} =$$

$$= \frac{(-1)^k 1^{k/1}}{p^{k+1}\sqrt{4+p}} \sum_{l=0}^{l=k} \frac{1^{l/2}}{1^{l/1}} \left(\frac{p}{2(4+p)}\right)^l;$$

derhalve

$$\frac{d^k f_1}{dp^k} = \frac{\pi}{2}\,\frac{(-1)^k\, 1^{k/1}}{p^{k+1}}\left[1 - \frac{2}{\sqrt{4+p}}\sum_{l=0}^{l=k}\frac{1^{l/2}}{1^{l/1}}\left(\frac{p}{2\,(4+p)}\right)^l\right],$$

en daarmede naar de integraal (6) van § 1

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{\sin^2 x.\cos^2 x\,d\,x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{k+1}} =$$

$$= -\frac{\pi}{2\,p}\sum_{k=0}^{k=a}(-1)^k\binom{a}{k}\left[1-\frac{2}{\sqrt{4+p}}\sum_{l=0}^{l=k}\frac{1^{l/2}}{1^{l/1}}\left(\frac{p}{2\,(4+p)}\right)^l\right]. \quad . \ (6)$$

De dubbele sommatiën, die men hier heeft verkregen, kan men ontwijken, en de integraal zelve dus in eenvoudiger vorm afleiden. Daartoe vervange men in de pas gevonden integraal (1) a door $a-1$, en differentieere daarna de uitkomst naar de standvastige p. Op die wijze komt er toch

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{\sin^2 x.\cos^2 x\,d\,x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}} = \frac{-\pi}{a}\sum_{k=0}^{k=a-1}(-1)^k\binom{a-1}{k}\frac{1^{k/2}}{2^{k/2}}\,\frac{d}{dp}.\frac{p^k}{(p+4)^{k+\frac{1}{2}}}.$$

Door logarithmisch differentieeren komt er

$$\frac{d}{dp}.\frac{p^k}{(p+4)^{k+\frac{1}{2}}} = \frac{p^k}{(p+4)^{k+\frac{1}{2}}}\left\{k\,\frac{1}{p}-(k+\tfrac{1}{2})\,\frac{1}{p+4}\right\} =$$

$$= \frac{p^k}{(p+4)^{k+\frac{1}{2}}}\,\frac{k\,(p+4)-(k+\frac{1}{2}}{p\,(p+4)} = \frac{p^{k-1}}{(p+4)^{k+3/2}}\,(4k-\tfrac{1}{2}\,p);$$

en daarmede wordt

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{\sin^2 x.\cos^2 x\,d\,x}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}} =$$

$$= \frac{\pi}{2a\sqrt{4+p}}\sum_{k=0}^{k=a-1}(-1)^{k+1}\binom{a-1}{k}\frac{1^{k/2}}{2^{k/2}}\,(8\,k-p)\,\frac{p^{k-1}}{(p\cdot 4)^{k+1}}, \ . \ (6^a)$$

eene uitkomst, die werkelijk eenvoudiger is dan de vroegere (6).

Wanneer men nu deze waarde aftrekt van de vorige integraal (3), en bij deze laatste den hoogsten term uit de sommatie, voor $k = a$, eerst afzonderlijk neemt, ten einde op die wijze sommatiën tusschen dezelfde grenzen te verkrijgen, geeft dit verschil

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin^4 x\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}} = (3)-(6) = \frac{\pi}{\sqrt{4+p}}\Big[(-1)^a \frac{1^{a/2}}{2^{a/2}}\left(\frac{p}{p+4}\right)^a +$$

$$+ \sum_{k=0}^{k=a-1}(-1)^k \frac{1^{k/2}}{2^{k/2}}\left(\frac{p}{p+4}\right)^k \left\{\binom{a}{k} + \frac{1}{2a}\binom{a-1}{k}\frac{8k-p}{p(4+p)}\right\}\Big] =$$

$$= \frac{\pi}{\sqrt{4+p}}\Big[(-1)^a \frac{1^{a/2}}{2^{a/2}}\left(\frac{p}{p+4}\right)^a +$$

$$+ \sum_{k=0}^{k=a-1}(-1)^k \binom{a-1}{k}\frac{1^{k/2}}{2^{k/2}}\left(\frac{p}{p+4}\right)^k \left\{\frac{a}{a-k} + \frac{8k-p}{2ap(4+p)}\right\}\Big] = . \quad (7)$$

$$= \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\cos^4 x\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}}; \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

waarin bij de verdere herleiding is gebruik gemaakt van de bekende eigenschap der binomiaalcoëfficiënten

$$\binom{a}{k} = \frac{a}{a-k}\binom{a-1}{k}. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (\beta)$$

Verder is

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin^2 x.\cos^2 x.\cos 2x\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}} = 0, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin 4x.\sin 2x\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}} = 0, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin 4x\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}} = 0. \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

5. Voor den vorm van $F(x)$, zooals deze in de vorige paragrafen voorkomt, namelijk als produkt van gelijknamige machten van $sin\,x$ en $cos\,x$, dat is $sin^c x.\,cos^c x$, kan men ook met goed gevolg de methode van het integreeren bij gedeelten op de volgende wijze toepassen. Men vindt toch

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{sin^{c+2}x\,.\,cos^{c+2}x\,dx}{(1+p\,sin^2x.cos^2x)^{a-1}}=-\frac{1}{4}\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{sin^{c+1}x\,.\,cos^{c+1}x}{(1+p\,sin^2x.cos^2x)^{a-1}}\frac{d.cos2x}{dx}=$$

$$=-\frac{1}{4}\Bigg[\frac{sin^{c+1}x\,.\,cos^{c+1}x\,.\,cos\,2\,x}{(1+p\,sin^2x\,.\,cos^2x)^{a-1}}\Bigg|_0^{\frac{1}{2}\pi}-\int_0^{\frac{1}{2}\pi}cos\,2\,x\,d\,x.$$

$$\left\{\frac{(c+1).sin^c x.cos^c x.cos2x}{(1+p\,sin^2x\,.\,cos^2x)^{a-1}}-(a-1)\frac{sin^{c+1}x.cos^{c+1}x.p\,sin2x.cos2x}{(1+p\,sin^2x\,.\,cos^2x)^a}\right\}\Bigg]=$$

$$=0+\frac{1}{4}\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{sin^c x\,.\,cos^c x\,dx}{(1+p\,sin^2x.cos^2x)^a}cos^2 2x.\Big[(c+1)(1+p\,sin^2x.cos^2x)-$$

$$-(a-1)\,2\,p\,sin^2x\,.\,cos^2x\Big],$$

zoolang ten minste $c>-1$ is, en dan de geïntegreerde term verdwijnt.

Nu worden in de integraal van het tweede lid de factoren van de breuk

$$cos^2 2\,x=1-4\,sin^2x.cos^2x \text{ en } (c+1)+(c-2\,a+3)p\,sin^2x.cos^2x,$$

en kan men derhalve dit produkt rangschikken naar de machten van $(1+p\,sin^2x\,.\,cos^2x)$, zoodat er komt

$$\frac{1}{p}\Big[-4\,(c-2\,a+3)\,(1+p\,sin^2x\,.\,cos^2x)^2+$$

$$+\{(c-2a+3)p+4(c-4a+5)\}\,(1+p\,sin^2x.cos^2x)+2(a-1)(p+4)\Big].$$

Aan den anderen kant kan men in de integraal van het eerste lid den factor $sin^2x\,.\,cos^2x$ veranderen in

$$\frac{1}{p}\Big[(1+p\,sin^2x\,.\,cos^2x)-1\Big].$$

Noemt men nu de integraal

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{sin^c x\,.\,cos^c x\,d\,x}{(1+p\,sin^2x\,.\,cos^2x)^a}=K_a,$$

waarbij alleen a de veranderlijke parameter is, en de c standvastig blijft, en niet verandert; zoo geeft de vorige herleiding

$$2(a-1)(p+4)K_a = -\{(c-2a+3)p+(c-4a+6)\}K_{a-1}+4(c-2a+4)K_{a-2}, . (d)$$

eene eenvoudige herleidingsformule, die echter niet kan gebruikt worden voor $a = 1$, of voor $p = -4$; dit laatste geval is trouwens hier overal uitgesloten door de onderstelling in § 1, $p > -4$.

6. Gaan wij nu over tot de methode van het integreeren naar de standvastige p, waarvan hier eene geschikte toepassing kan verwacht worden, zoo wordt vooreerst

$$\int_0^p dp \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{F(x)\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x} = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{F(x)}{\sin^2 x.\cos^2 x} \int_0^p \frac{d\,l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)}{dp},$$

en daarmede

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\frac{F(x)\,dx}{\sin^2 x.\cos^2 x} = \int_0^p dp \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{F(x)\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}, . (e)$$

hetgeen bij onze p aangaat, daar algemeen $p > -4$ moest aangenomen worden, en dus de vroeger verkregen uitkomsten stellig gelden voor elke positieve p, behalve wanneer het tegendeel uitdrukkelijk werd aangegeven.

Door middel van de integralen, die in § 1 werden gevonden, levert dit theorema ons de volgende nieuwe integralen.

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\frac{dx}{\sin^2 x.\cos^2 x} =$$

$$= \int_0^p \frac{\pi\,dp}{\sqrt{4+p}} = 2\pi\sqrt{4+p}\,\Big|_0^p = 2\pi(\sqrt{4+p}-2), \quad . \ . \ (1)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\frac{\cos 2x\,dx}{\sin^2 x.\cos^2 x} = 0, \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (2)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\frac{dx}{\cos^2 x} = \int_0^p \frac{\pi\,dp}{2\sqrt{4+p}} = \pi(\sqrt{4+p}-2), \ . \ (3)$$

$$= \int_0^{\frac{1}{2}\pi} l(1 + p\,sin^2 x . cos^2 x)\frac{dx}{sin^2 x} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Bij de volgende integraal (5) van § 1 komt, naar hetgeen bij den aanvang van deze paragraaf werd opgemerkt, alleen het geval dat p grooter dan nul is, in aanmerking; en dan verkrijgt men

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} l(1+p\,sin^2 x.cos^2 x)\frac{dx}{sin x.cos x} = 2\int_0^p l\{\tfrac{1}{2}(\sqrt{4+p}+\sqrt{p})\}\frac{dp}{\sqrt{p(4+p)}}.$$

De substitutie $\sqrt{4+p} + \sqrt{p} = 2v$ geeft hier

$$4\frac{dv}{dp} = \frac{1}{\sqrt{4+p}} + \frac{1}{\sqrt{p}} = \frac{2v}{\sqrt{p(4+p)}}, \text{ dus } \frac{dp}{\sqrt{p(4+p)}} = \frac{2dv}{v};$$

en derhalve

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} l(1+p\,sin^2 x.cos^2 x)\frac{dx}{sin\,x\,.\,cos\,x} = 2.\int_{p=0}^{p=p} lv\frac{2\,dv}{v} = 4\int_{p=0}^{p=p} lv\,.\,d.lv =$$

$$= 2\int_{p=0}^{p=p} d(lv)^2 = 2\Big[l\{\tfrac{1}{2}(\sqrt{4+p}+\sqrt{p})\Big]^2\Big|_0^p =$$

$$= 2\left\{[l\{\tfrac{1}{2}(\sqrt{4+p}+\sqrt{p})\}]^2 - 2\left(l\frac{2}{2}\right)^2\right\} = 2[l\{\tfrac{1}{2}(\sqrt{4+p}+\sqrt{p})\}]^2 \,.\,. (5)$$

Verder heeft men

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} l(1+p\,sin^2 x.cos^2 x)dx = \int_0^p \frac{\pi dp}{2p}\left(1-\frac{\pi}{\sqrt{4+p}}\right) = \pi\int_0^p \left\{\frac{1}{2}\frac{dlp}{dp} - \frac{1}{p\sqrt{4+p}}\right\}dp.$$

Ten einde den laatsten term in het tweede lid te integreeren, stelle men $4 + p = w^2$, dus $p = w^2 - 4$, $dp = 2w\,dw$; derhalve

$$\frac{dp}{p\sqrt{4+p}} = \frac{2w\,dw}{(w^2-4)w} = \frac{2\,dw}{w^2-4} = \tfrac{1}{2}dl\frac{w-2}{w+2} = \tfrac{1}{2}dl\frac{w^2-4}{(w+2)^2} =$$

$$= \tfrac{1}{2}dl\frac{p}{(\sqrt{4+p}+2)^2};$$ en dientengevolge wordt de integraal

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)dx = \pi\int_0^p dp\left[\tfrac{1}{2}dlp - \tfrac{1}{2}d\,l\frac{p}{(\sqrt{4+p}+2)^2}\right] =$$

$$=\pi\int_0^p + \tfrac{1}{2}dp\frac{d}{dp}l(\sqrt{4+p}+2)^2 = \pi\,l(\sqrt{4+p}+2)\Big|_0^p =$$

$$=\pi\{l(\sqrt{4+p}+2) - l4\} = \pi\,l\{\tfrac{1}{4}(\sqrt{4+p}+2)\}\ldots\ldots (6)$$

En nu verkrijgt men gemakkelijk

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x).tg^2 x\,dx = (3)-(6) =$$

$$\pi\{\sqrt{4+p}-2+2l2-l(\sqrt{4+p}+2)\},\ldots\ldots (7)$$

$$=\int_0^{\frac{1}{2}\pi} l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x).cot^2 x\,dx,\ldots\ldots (8)$$

en nog

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\cos 2x\,dx = 0,\ldots\ldots (9)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\cot 2x\,dx = 0,\ldots\ldots (11)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x\,tg\,x)dx = 2\left[l\{\tfrac{1}{2}(\sqrt{4+p}+\sqrt{p})\}\right]^2,.(12)$$

$$=\int_0^{\frac{1}{2}\pi} l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\cot x\,dx.\ldots\ldots (13)$$

De vorm der formule (10) § 1 geeft hier niets nieuws, zooals licht te zien is.

7. Bij de integralen met den noemer $(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2$, is naar deze methode in het algemeen

$$\int dp\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{F(x)dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2} =$$

$$=\int_0^{\frac{1}{2}\pi} F(x)\,dx\frac{-1}{\sin^2 x.\cos^2 x}\int dp\frac{d}{dp}\left(\frac{1}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}\right)$$

en dus

$$\int_0^{\frac{1}{4}\pi} \frac{F(x)}{(1+p\sin^2x.\cos^2x)}\frac{dx}{\sin^2x.\cos^2x} = -\int dp\int_0^{\frac{1}{4}\pi}\frac{F(x)\,dx}{(1+p\sin^2x.\cos^2x)^2} + C..(f)$$

Voorbedachtelijk is hier de integratie niet tusschen de grenzen 0 en p genomen, omdat dan de integraal naar p, $\int dp\frac{d}{dp}\left(\frac{1}{1+p\sin^2x.\cos^2x}\right)$, zoude gegeven hebben $\left(\frac{1}{1+p\sin^2x.\cos^2x}-1\right)$, hetgeen hier niet het middel zoude zijn om nieuwe integralen op te sporen. De willekeurige standvastige C moet men naderhand telkens afzonderlijk trachten te bepalen. Past men deze methode, zelfs met dezen voorzorgsmaatregel toe op de integralen van § 2, dan komen er die van § 1 terug. Bij de integralen van § 3 geeft deze methode echter nieuwe uitkomsten

$$\int_0^{\frac{1}{4}\pi}\frac{1}{1+p\sin^2x.\cos^2x}\frac{dx}{\sin^2x.\cos^2x} = -\frac{\pi}{2}\int\frac{8+p}{\sqrt{4+p}}dp =$$

$$= -\frac{\pi}{2}\int\left[\frac{4}{\sqrt{4+p}}+\sqrt{4+p}\right]dp = -\frac{\pi}{2}\left[8\sqrt{4+p}+\frac{2}{3}\sqrt{4+p}^{\,3}\right]+C.$$

Daar nu de integraal in het eerste lid voor $p = 0$ verdwijnt, wordt $C = \frac{\pi}{2}(8.2 + {}^2/_3.8) = \frac{32}{3}\pi$, en daarmede de integraal

$$\int_0^{\frac{1}{4}\pi}\frac{1}{1+p\sin^2x.\cos^2x}\frac{dx}{\sin^2x.\cos^2x} = \frac{\pi}{3}\left[32-12\sqrt{4+p}-\sqrt{4+p}^{\,3}\right]..(1)$$

Verder is

$$\int_0^{\frac{1}{4}\pi}\frac{1}{1+p\sin^2x.\cos^2x}\frac{\cos 2x\,dx}{\sin^2x.\cos^2x} = 0,\;....\;(2)$$

daar ook hier voor $p = 0$, de willekeurige standvastige verdwijnt. Daarop

$$\int_0^{\frac{1}{4}\pi}\frac{1}{1+p\sin^2x.\cos^2x}\frac{dx}{\cos^2x} = \frac{1}{6}\pi\left[32-12\sqrt{4+p}-\sqrt{4+p}^{\,3}\right],.(3)$$

$$=\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{1}{1+p\sin^2x.\cos^2x}\frac{dx}{\sin^2x}, \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{1}{1+p\sin^2x\cos^2x}\frac{dx}{\sin x.\cos x}=-\int\frac{dp}{4+p}\left[1+\frac{4}{\sqrt{p(4+p)}}l\frac{\sqrt{4+p}+\sqrt{p}}{2}\right];$$

of, als men weder, even als boven in § 6, $\sqrt{4+p}+\sqrt{p}=2v$ stelt, en bedenkt dat $\frac{1}{2v}=\frac{\sqrt{4+p}-\sqrt{p}}{4}$, dus $\sqrt{4+p}-\sqrt{p}=\frac{2}{v}$, derhalve ook $\sqrt{4+p}=v+\frac{1}{v}$ en $\sqrt{p}=v-\frac{1}{v}$ is, wordt de integraal in het tweede lid, naar het bovenstaande,

$$=-\int\frac{dp}{4+p}-\int 4.\frac{2dv}{v}\frac{1}{\left(v+\frac{1}{v}\right)^2}lv.$$

Nu wordt de tweede integraal, voor $v^2=z$,

$$\int\frac{8vdv}{(1+v^2)^2}lv=2\int\frac{dz}{(1+z)^2}lz=2\left[-\frac{1}{1+z}lz+\int\frac{dz}{z}\frac{1}{1+z}\right]=$$

$$=2\left[-\frac{1}{1+z}lz+\int dz\left(\frac{1}{z}-\frac{1}{1+z}\right)\right]=2\left[-\frac{1}{1+z}lz+lz-l(1+z)\right]=$$

$$=2\left[\frac{z}{1+z}lz-l(1+z)\right]=2\left[\frac{2v^2}{1+v^2}lv-l(1+v^2)\right]=2\left[-l\frac{1+v^2}{v}+\frac{v^2-1}{v^2+1}lv\right]=$$

$$=-l(4+p)+2\sqrt{\frac{p}{4+p}}.l\{\tfrac{1}{2}\sqrt{4+p}+\sqrt{p})\}.$$

Dus wordt het tweede lid der vorige formule

$$-2\sqrt{\frac{p}{4+p}}.l\{\tfrac{1}{2}(\sqrt{4+p}+\sqrt{p})\}+C.$$

Omdat nu voor $p=0$, de integraal in het eerste lid verdwijnt, wordt $C=0$, en daarmede eindelijk

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{1}{1+p\sin^2x.\cos^2x}\frac{dx}{\sin x.\cos x}=-2\sqrt{\frac{p}{4+p}}.l\{\tfrac{1}{2}(\sqrt{4+p}+\sqrt{p})\} \quad (5)$$

Wilde men het theorema (*f*) nog op de volgende integralen van § 3 gaan toepassen, dan zoude men de oorspronkelijke van § 1 terugvinden.

8. Gaan wij over tot de integralen van § 4, dan heeft men, naar dezelfde methode, meer algemeen

$$\int dp \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{F(x)\,dx}{(1+p\sin^2x.\cos^2x)^{a+1}} = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} F(x)dx \frac{-1}{a\sin^2x.\cos^2x} \frac{1}{(1+p\sin^2x.\cos^2x)^a},$$

dus

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{F(x)}{(1+p\sin^2x.\cos^2x)^a} \frac{dx}{\cos^2x.\sin^2x} = -a\int dp \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{F(x)\,dx}{(1+p\sin^2x.\cos^2x)^{a+1}} + C,. \quad (g)$$

waarbij ook nu geene grenzen voor de integratie naar de standvastige p zijn aangegeven, wegens dezelfde reden als in de vorige paragraaf werd aangegeven. Men moet derhalve ook hier de willekeurige standvastige C later afzonderlijk trachten te bepalen; en dit doel zullen wij dan ook hier steeds bereiken, wanneer men daartoe $p=0$ stelt, omdat voor die waarde de integralen in het eerste lid telkens verdwijnen. Op die wijze geeft de integraal (1) van § 4

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{1}{(1+p\sin^2x.\cos^2x)^a} \frac{dx}{\sin^2x.\cos^2x} = -a\pi \sum_{k=0}^{k=a} (-1)^k \binom{a}{k} \frac{1k/2}{2^{k/2}} \int \frac{p^k}{(p+4)^{k+\frac{1}{2}}} dp.$$

Ten einde deze laatste integraal te bepalen, onderstelle men $p+4=\frac{4}{y}$, zoodat $p=4\left(\frac{1}{y}-1\right)$, $dp=\frac{-4dy}{y^2}$, $\frac{p}{4+p}=y\left(\frac{1}{y}-1\right)=1-y$ wordt; daarmede wordt de integraal van het tweede lid der vorige vergelijking

$$\int \frac{p^k}{(p+4)^{k+\frac{1}{2}}} dp = \int (1-y)^k \frac{\sqrt{y}}{2} \frac{-4\,dy}{y^2} = -2\int (1-y)^k \frac{dy}{\sqrt{y^3}} =$$
$$= -2\int \frac{dy}{\sqrt{y^3}} \sum_{l=0}^{l=k} \binom{k}{l} (-y)^l = 2\sum_{l=0}^{l=k} (-1)^{l-1} \binom{k}{l} \int y^{l-\frac{3}{2}} dy = 2\sum_{l=0}^{l=k} (-1)^{l-1} \binom{k}{l} \frac{1}{l-\frac{1}{2}} y^{l-\frac{1}{2}}$$
$$= 4\sum_{l=0}^{l=k} (-1)^{l-1} \binom{k}{l} \frac{1}{2l-1} \left(\frac{4}{p+4}\right)^{l-\frac{1}{2}} = \sum_{l=0}^{l=k} (-1)^{l-1} \binom{k}{l} \frac{2^{2l+1}}{2l-1} \frac{1}{(p+4)^{l-\frac{1}{2}}},$$

en hiermede wordt nu de waarde van onze integraal

$$= -a\pi \sum_{k=0}^{k=a}(-1)^k \binom{a}{k} \frac{1^{k/2}}{2^{k/2}} \sum_{l=0}^{l=k}(-1)^{l-1}\binom{k}{l} \frac{2^{2l+1}}{2l-1}\frac{1}{(p+4)^{l-\frac{1}{2}}} + C.$$

Stelt men nu $p = 0$, dan verdwijnt de integraal in het eerste lid; en in het tweede lid verandert alleen, onder de tweede sommatie naar l, de factor $\frac{1}{(p+4)^{l-\frac{1}{2}}}$ in $\frac{1}{4^{l-\frac{1}{2}}} = \frac{1}{2^{2l-1}}$; er komt dus eindelijk

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{1}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a}\frac{dx}{\sin^2 x.\cos^2 x} =$$

$$= a\pi \sum_{k=0}^{k=a}(-1)^k \binom{a}{k} \frac{1^{k/2}}{2^{k/2}} \sum_{l=0}^{l=k}(-1)^{l-1}\binom{k}{l} \frac{2^{2l+1}}{2l-1}\left\{\frac{1}{2^{2l-1}} - \frac{1}{(p+4)^{l-\frac{1}{2}}}\right\}, . \, (1)$$

zoodat men nu ook heeft

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{1}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a}\frac{dx}{\cos^2 x} =$$

$$= a\pi \sum_{k=0}^{k=a}(-1)^k \binom{a}{k} \frac{1^{k/2}}{2^{k/2}} \sum_{l=0}^{l=k}(-1)^{l-1}\binom{k}{l} \frac{2^{2l}}{2l-1}\left\{\frac{1}{2^{2l-1}} - \frac{1}{(p+4)^{l-\frac{1}{2}}}\right\}, . \, (3)$$

$$= \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{1}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a}\frac{dx}{\sin^2 x} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (4)$$

Nog is

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{1}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a}\frac{\cos 2x\,dx}{\sin^2 x.\cos^2 x} = 0, \; . \; . \; . \; (2)$$

omdat ook hier de willekeurige standvastige voor $p = 0$ verdwijnt.

Verder geeft de integraal (3), wanneer men daarin vooreerst a door $a + 1$ vervangt, vervolgens den hoogsten term van de eerste sommatie naar k afzonderlijk neemt, en ze daarna vermindert met de integraal (1) van § 4,

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{tg^2 x}{(1+p\, sin^2 x \,.\, cos^2 x)^{a+1}}\, dx =$$

$$=(-1)^{a+1}(a+1)\pi \frac{1^{a+1/2}}{2^{a+1/2}} \sum_{l0}^{l=a} (-1)^{l-1} \binom{a}{l} \frac{2^{2l}}{2l-1} \left\{ \frac{1}{2^{2l-1}} \frac{1}{(p+4)^{l-\frac{1}{2}}} \right\} +$$

$$+\pi \sum_{k=0}^{k=a} (-1)^k \frac{1^{k/2}}{2^{k/2}} \left[(a+1) \binom{a+1}{k} \sum_{l=0}^{l=k} (-1)^{l-1} \binom{k}{l} \frac{2^{2l}}{2l-1} \left(\frac{1}{2^{2l-1}} - \frac{1}{(p+4)^{l-\frac{1}{2}}} \right) - \frac{1}{\sqrt{p+4}} \binom{a}{k} \left(\frac{p}{p+4} \right)^{k-} \right],$$

of, omdat uit de wet der binomiaal coëfficiënten volgt

$$\binom{a+1}{k} = \frac{a+1}{a-k+1} \binom{a}{k}, \quad \ldots \ldots \ldots (\gamma)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{tg^2 x}{(1+p\, sin^2 x \,.\, cos^2 x)^{a+1}}\, dx =$$

$$=(-1)^{a+1}(a+1)\pi \frac{1^{a+1/2}}{2^{a+1/2}} \sum_{l=0}^{l=a} (-1)^{l-1} \binom{a}{l} \frac{2^{2l}}{2l-1} \left\{ \frac{1}{2^{2l-1}} - \frac{1}{(p+4)^{l-\frac{1}{2}}} \right\} +$$

$$+ \pi \sum_{k=0}^{k=a} (-1)^{k-1} \frac{1^{k/2}}{2^{k/2}} \binom{a}{k} \left[\frac{1}{\sqrt{p+4}} \left(\frac{p}{p+4} \right)^k + \right.$$

$$\left. + \frac{(a+1)}{a-k+1} \sum_{l=0}^{l=k} (-1)^l \binom{k}{l} \frac{2^{2l}}{2l-1} \left(\frac{1}{2^{2l-1}} - \frac{1}{(p+4)^{l-\frac{1}{2}}} \right) \right], \quad \ldots (7)$$

$$= \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{cot^2 x}{(1+p\, sin^2 x \,.\, cos^2 x)^{a+1}}\, dx. \quad \ldots \ldots \ldots (8)$$

9. De vorige integralen zijn of allen, of meerendeels, van den vorm, dat zij geschikt zijn voor de toepassing van twee theoremata, die ze tot zeer verschillenden vorm brengen, in zooverre de factor x hetzij in den teller, hetzij in den noemer wordt opgenomen.

De eerste dier herleidingen verkrijgt men door de substitutie $x = \frac{1}{2}\pi - y$; alzoo vindt men in het algemeen

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x\, F(x)\, dx}{1+p\, sin^2 x \,.\, cos^2 x} = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{(\frac{1}{2}\pi - x)\, F(\frac{1}{2}\pi - x)\, dx}{1+p\, sin^2 x \,.\, cos^2 x} =$$

$$= \tfrac{1}{2}\pi \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{F(\frac{1}{2}\pi - x)\, dx}{1+p\, sin^2 x \,.\, cos^2 x} - \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x\, F(\frac{1}{2}\pi - x)\, dx}{1+p\, sin^2 x \,.\, cos^2 x},$$

en daaruit

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{F(x)+F(\frac{1}{2}\pi-x)}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}x\,dx = \frac{1}{2}\pi\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{F(\frac{1}{2}\pi-x)\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x} =$$

$$= \frac{1}{2}\pi\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{F(x)\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (4)$$

Deze herleiding kan nu op de vorige integralen worden toegepast, wanneer in het algemeen de integraal in het tweede lid bekend is, en dit is natuurlijk noodzakelijk; zij is in het bijzonder van nut, wanneer, zooals hier in den regel het geval is, $F(\frac{1}{2}\pi-x)=F(x)$, en dus $F(x)+F(\frac{1}{2}\pi-x)=2F(x)$ is. Langs dezen weg geven de integralen van § 1

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{x\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}=\frac{1}{4}\pi\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}=\frac{\pi^2}{4\sqrt{4+p}} \; . \; . \; (1)$$

Voor de integraal (2) van § 1, wordt $F(x)+F(\frac{1}{2}\pi-x)=0$; deze geeft dus niets. Bij de integraal (3) van diezelfde paragraaf is $F(x)+F(\frac{1}{2}\pi-x)=\sin^2 x+\cos^2 x=1$, en er komt dan de vorige uitkomst wederom terug; en hetzelfde geldt voor de integraal (4) aldaar. Maar de integraal (5) en volgende geven daarentegen

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{x\sin x.\cos x\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}=\frac{1}{4}\pi\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{\sin x.\cos x\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}=$$

$$=\frac{\pi}{2\sqrt{p(4+p)}}\,l\{\tfrac{1}{2}(\sqrt{4+p}+\sqrt{p}\},\quad p>0, \; . \; . \; . \; . \; (5)$$

$$=\frac{\pi}{2\sqrt{-p(4+p)}}\,Bg\sin(\tfrac{1}{2}\sqrt{-p}),\quad (0>p>-4), \; . \; . \; . \; . \; (5^a)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{x\sin^2 x.\cos^2 x\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}=\frac{1}{4}\pi\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{\sin^2 x.\cos^2 x\,dx}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}=\frac{\pi^2}{8p}\left(1-\frac{2}{\sqrt{4+p}}\right) . \; . \; (6)$$

De integralen (7) en (8) van § 1 verkeeren wederom in het-

zelfde geval als de voorafgaande (3) en (4); zij zouden in den teller den factor verkrijgen $sin^4 x + cos^4 x = 1 - 2\,sin^2 x . cos^2 x$; en dus eene integraal leveren, die was zamengesteld uit de integralen (1) en (6). Bij de integralen (9), (10) en (11) van § 1 verdwijnt weder de teller van de integraal in het eerste lid; langs dezen weg verkrijgen wij dus niets. Wat de integralen (13) en (14) van voornoemde paragraaf aangaat, zij leveren beide in den teller den factor $sin^3 x . cos x + cos^3 x . sin x =$ $= sin\, x . cos\, x (sin^2 x + cos^2 x) = sin\, x . cos\, x$; er zoude dus hier weder de integraal (5) te voorschijn komen.

10. Men heeft ook algemeener dan in § 9

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{F(x) + F(\frac{1}{2}\pi - x)}{(1 + p\,sin^2 x . cos^2 x)^a} x\,dx = \tfrac{1}{2}\pi \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{F(x)\,dx}{(1 + p\,sin^2 x . cos^2 x)^a} \quad . . (i)$$

Hierdoor geven de integralen van § 2, voor $a = 2$,

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x\,sin^2 x . cos^2 x\,dx}{(1+p sin^2 x . cos^2 x)^2} = \tfrac{1}{4}\pi \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{sin^2 x . cos^2 x\,dx}{(1+p sin^2 x . cos^2 x)^2} = \frac{\pi^2}{8\sqrt{4+p}^3}, . (1)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x\,sin^3 x . cos^3 x\,dx}{(1 + p\,sin^2 x . cos^2 x)^2} = \tfrac{1}{4}\pi \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{sin^3 x . cos^3 x\,dx}{(1 + p\,sin^2 x . cos^2 x)^2} =$$

$$= \frac{\pi}{4p(4+p)}\Big[-1 + \frac{2(2+p)}{\sqrt{p(4+p)}}\, l\{\tfrac{1}{2}(\sqrt{4+p} + \sqrt{p})\}\Big], (p > 0), . (5)$$

$$= \frac{\pi}{4p(4+p)}\Big[-1 + \frac{2(2+p)}{\sqrt{-p(4+p)}}\, Bg\,sin(\tfrac{1}{2}\sqrt{-p})\Big], (0 > p > -4), . (5a)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x\,sin^4 x . cos^4 x\,dx}{(1 + p\,sin^2 x . cos^2 x)^2} = \tfrac{1}{4}\pi \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{sin^4 x . cos^4 x\,dx}{(1 + p\,sin^2 x . cos^2 x)^2} =$$

$$= \frac{\pi^2}{8p}\Big[\frac{1}{p} - \frac{2}{p\sqrt{4+p}} - \frac{1}{\sqrt{4+p}^3}\Big], \quad . . . . (6)$$

terwijl de overige integralen van die paragraaf of niets nieuws, of in het geheel niets opleveren.

11. Hetzelfde heeft plaats met de integralen van § 3, wanneer men daarbij het theorema (i) gebruikt voor $a = 2$.

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2} = \tfrac{1}{4}\pi \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2} = \tfrac{1}{8}\pi^2 \frac{8+p}{\sqrt{4+p}^{\,3}}, \, . (1)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x \sin x.\cos x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2} = \tfrac{1}{4}\pi \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin x.\cos x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2} =$$

$$= \frac{\pi}{4(4+p)}\left[1+\frac{4}{\sqrt{p(4+p)}}\, l\{\tfrac{1}{2}(\sqrt{4+p}+\sqrt{p})\}\right], \ (p>0), . (5)$$

$$= \frac{\pi}{4(4+p)}\left[1+\frac{4}{\sqrt{-p(4+p)}}\, Bg\sin(\tfrac{1}{2}\sqrt{-p})\right], \ (0>p>-4) . . (5^a)$$

12. Wat intusschen de beschouwingen van § 4 betreft, ook deze kan men hier soms gebruiken.

Wanneer $F(x) = \sin^{b+c} x.\cos^{b-c} x$ is, wordt $F(\frac{1}{2}\pi - x) = \sin^{b-c} x.\cos^{b+c} x$, en derhalve $F(x) + F(\frac{1}{2}\pi - x) = \sin^{b-c} x.\cos^{b-c} x(\sin^{2c} x + \cos^{2c} x)$; en hierin laat de factor $\sin^{2c} x + \cos^{2c} x$ zich vereenvoudigen, omdat men weet dat $(\sin^2 x + \cos^2 x)^c = 1$ is; door deze herleiding wordt dan de integraal tot eenvoudiger vormen teruggebracht.

Vervolgens wanneer $F(x)$ een factor $\cos 2x.\sin 4x$, enz. heeft, kan $F(\frac{1}{2}\pi - x) = -F(x)$, dus $F(x) + F(\frac{1}{2}\pi - x) = 0$ worden; in dat geval verkrijgt men natuurlijk geene uitkomst.

Eindelijk, wanneer $F(x) = \sin^c x.\cos^c x$ is, wordt $F(\frac{1}{2}\pi - x) = F(x)$, en dientengevolge $F(x) + F(\frac{1}{2}\pi - x) = 2F(x)$; in zulk geval kan men de formulen van § 4 met goed gevolg gebruiken.

Het theorema (c) geeft dan, indien $I_1 = f(p)$ bekend is,

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x F(x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}} = \tfrac{1}{4}\pi \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{F(x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}} = \tfrac{1}{4}\pi I_{a+1} =$$

$$= \tfrac{1}{4}\pi \sum_{k=0}^{k=a} \binom{a}{k} \frac{1}{1^{k/1}} p^k \frac{d^k f}{dp^k} \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (k)$$

Het theorema (i) kan men nu ook toepassen op sommige der

algemeene integralen van § 4, waarvan aldaar de waarde bepaald is,

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}} = \tfrac{1}{4}\pi \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}} =$$

$$= \frac{\pi^2}{4\sqrt{4+p}} \sum_{k=0}^{k=a} (-1)^k \binom{a}{k} \frac{1^{k/2}}{2^{k/2}} \left(\frac{p}{p+4}\right)^k, \ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x \sin^2 x.\cos^2 x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}} = \tfrac{1}{4}\pi \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin^2 x.\cos^2 x\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}} =$$

$$= \frac{\pi^2}{8a\sqrt{4+p}} \sum_{k=0}^{k=a-1} (-1)^{k+1} \binom{a-1}{k} \frac{1^{k/2}}{2^{k/2}} (8k-p) \frac{p^{k-1}}{(p+4)^{k+1}} . . (6)$$

13. Eindelijk verkrijgt men door middel van de twee integralen (1) en (5) van § 7, de eenige toch, die men hier met vrucht kan gebruiken,

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x} \frac{dx}{\sin^2 x.\cos^2 x} = \tfrac{1}{4}\pi \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{1}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x} \frac{dx}{\sin^2 x.\cos^2 x} =$$

$$= \frac{1}{12}\pi^2 \left[32 - 12\sqrt{4+p} - \sqrt{4+p}^{\,3}\right], \ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x} \frac{dx}{\sin x.\cos x} = \tfrac{1}{4}\pi \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{1}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x} \frac{dx}{\sin x.\cos x} =$$

$$= -\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{p}{4+p}} \cdot l\{\tfrac{1}{2}(\sqrt{4+p}+\sqrt{p})\} \ldots\ldots\ldots (5)$$

Evenzoo geeft nog de integraal (1) van § 8

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} \frac{dx}{\sin^2 x.\cos^2 x} = \tfrac{1}{4}\pi \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{1}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} \frac{dx}{\sin^2 x.\cos^2 x} =$$

$$= \tfrac{1}{4}a\pi^2 \sum_{k=0}^{k=a} (-1)^k \binom{a}{k} \frac{1^{k/2}}{2^{k/2}} \sum_{l=0}^{l=k} (-1)^{l-1} \binom{l}{k} \frac{2^{2l+1}}{2l-1} \left(\frac{1}{2^{2l-1}} - \frac{1}{(p+4)^{l-\frac{1}{2}}}\right) . . (1^a)$$

14. Wanneer men tracht de methode van de paragrafen (9) en (10) toe te passen op het geval, dat de integraal den factor

x^2 bezit, verkrijgt men langs denzelfden weg en door dezelfde substitutie, in het algemeenste geval, waarbij in den noemer de exponent a voorkomt,

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x^2 F(\frac{1}{2}\pi - x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{(\frac{1}{2}\pi - x)^2 F(x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} =$$

$$= \frac{1}{4}\pi^2 \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{F(x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} - \pi \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x F(x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} +$$

$$+ \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x^2 F(x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (l)$$

Naar hetgeen in § 9, 10 gebleken is, vond men voor de tweede integraal in het tweede lid alleen dan eene bepaalde waarde, als $F(\frac{1}{2}\pi - x) = F(x)$ is; maar dan heffen ook de beide eerste integralen van het tweede lid elkander op, en de overblijvende wordt gelijk aan de integraal in het eerste lid; dat is de vergelijking wordt daardoor identiek, zoodat zij geene aanleiding geeft tot het bepalen van de gezochte integraal van het eerste lid

Voor de integralen met den factor x^3 heeft men nu op dezelfde wijze

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x^3 F(\frac{1}{2}\pi - x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{(\frac{1}{2}\pi - x)^3 F(x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} =$$

$$= \frac{1}{8}\pi^3 \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{F(x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} - \frac{3}{4}\pi^2 \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x F(x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} +$$

$$+ \frac{3}{2}\pi \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x^2 F(x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} - \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x^3 F(x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a},$$

als men de herleiding van § 10 hier gebruikt; derhalve bij de onderstelling $F(x) = F(\frac{1}{2}\pi - x)$, die aldaar gold, verkrijgt men hier

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x^3 F(x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} = -\frac{1}{32}\pi^3 \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{F(x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} +$$

$$+ \frac{3}{4}\pi \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x^2 F(x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (m)$$

Omdat echter de laatste integraal in het tweede lid, volgens het bovenstaande, niet te vinden was, kan men ook de integraal in het eerste lid niet bepalen. Men vindt alleen uit de betrekking (*m*) de herleidingsformule

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{(3\pi - 4x)}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} x^2 F(x) dx = \frac{1}{8}\pi^3 \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{F(x)\,dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a}, \;.\; (n)$$

die echter weinig fraai is.

Door de methode van integreeren bij gedeelten kan men echter ook vinden

$$2\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x F(x)\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} = \frac{x^2 F(x)}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a}\Bigg|_0^{\frac{1}{2}\pi} -$$

$$-\int_0^{\frac{1}{2}\pi} x^2 dx \frac{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x) F'(x) - a F(x) p \sin 2x.\cos 2x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}}.$$

In de eerste plaats verdwijnt de geïntegreerde term voor de onderste grens $x = 0$, wegens den factor x^2; hij wordt bij de bovenste grens $\frac{1}{4}\pi^2 F(\frac{1}{2}\pi)$; of ook, wegens de voorwaarde voor het bestaan der integraal in het eerste lid, daar $F(\frac{1}{2}\pi - x) = F(x)$, dientengevolge ook $F(\frac{1}{2}\pi) = F(0)$ moet zijn, wordt die waarde $\frac{1}{4}\pi^2 F(0)$. Bij de vroeger afgeleide integralen verdwijnt derhalve die geïntegreerde term.

Vervolgens is bij het vorige in § 9, 10, 11 en 12 altijd $F(x) = \sin^c x.\cos^c x$, dus $F'(x) = c\sin^{c-1} x.\cos^{c-1} x.\cos 2x$ en daarmede wordt de teller van de integraal in het tweede lid

$$\sin^{c-1}x.\cos^{c-1}x.\cos 2x \{c(1+p\sin^2 x.\cos^2 x) - 2ap\sin^2 x.\cos^2 x\} =$$

$$= \sin^{c-1} x.\cos^{c-1} x.\cos 2x \{c + (c-2a) p \sin^2 x.\cos^2 x\}, \;.\; (\delta)$$

$$= \sin^{c-1} x.\cos^{c-1} x.\cos 2x \{2a + (c-2a)(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\}. \;.\; (\varepsilon)$$

Door middel van deze laatste herleiding vindt men nu

$$2a\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x^2 \sin^{c-1}x.\cos^{c-1}x.\cos 2x dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} + (c-2a)\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x^2 \sin^{c-1}x.\cos^{c-1}x dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a-1}} =$$

$$= -2\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{x F(x)\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a} = -\frac{1}{2}\pi \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{F(x)\, dx}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a}, \;.\; (o)$$

eene herleidingsformule tusschen twee integralen derzelfde soort, waarbij de veranderde parameter is de exponent in den noemer. Tengevolge van de voorlaatste herleiding (δ) vindt men evenzeer

$$(2a-c)p\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{x^2 sin^{c+1}x.cos^{c+1}x.cos2x dx}{(1+p\,sin^2 x\,.\,cos^2 x)^a}-c\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{x^2 sin^{c-1}x.cos^{c-1}x.cos2x dx}{(1+p\,sin^2 x\,.\,cos^2 x)^a}=$$

$$=2\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{x\,F(x)\,dx}{(1+p\,sin^2 x\,cos^2 x)^a}=\tfrac{1}{2}\pi\int_0^{\frac{1}{2}\pi}\frac{F(x)\,dx}{(1+p\,sin^2 x.cos^2 x)^a},\;.\;(p)$$

wederom eene herleidingsformule tusschen twee integralen van dezelfde soort, waarbij nu evenwel de exponent c in den teller de veranderende parometer geworden is.

Geen van beide herleidingen echter voeren hier tot eenvoudige bruikbare uitkomsten.

15. Denzelfden gang, als in § 9, kan men evenwel ook volgen, bij sommige integralen van § 6, namelijk de (1), (5) en (6). Men vindt toch door de substitutie $x=\frac{1}{2}\pi-y$, op dezelfde wijze, als in de aangehaalde paragraaf,

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}x\,l(1+p\,sin^2 x\,.\,cos^2 x)\,sin^c x\,.\,cos^c x\,dx=$$

$$=\int_0^{\frac{1}{2}\pi}(\tfrac{1}{2}\pi-x)\,l(1+p\,sin^2 x\,.\,cos^2 x)\,sin^c x\,.\,cos^c x\,dx,$$

en derhalve wederom

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}x\,l(1+p\,sin^2 x\,.\,cos^2 x)\,sin^c x\,.\,cos^c x\,dx=$$

$$=\tfrac{1}{4}\pi\int_0^{\frac{1}{2}\pi}l(1+p\,sin^2 x\,.\,cos^2 x)\,sin^c x\,.\,cos^c x\,dx;\;.\;.\;.\;.\;.\;(q)$$

en daarmede

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}l(1+p sin^2 x.cos^2 x)\frac{x\,dx}{sin^2 x.cos^2 x}=\tfrac{1}{2}\pi^2(\sqrt{4+p}-2),\;.\;.\;.\;(1)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi}l(1+p sin^2 x.cos^2 x)\frac{x\,dx}{sin\,x\,.cos\,x}=\pi\left[l\{\tfrac{1}{2}(\sqrt{4+p}+\sqrt{p})\}\right]^2,.(5)$$

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\; x\, dx \quad = \tfrac{1}{4}\pi^2 l\{\tfrac{1}{4}(\sqrt{4+p}+2)\}. \;. \; (6)$$

16. Volgens hetgeen reeds in § 9 werd opgemerkt, zal men nu kunnen overgaan tot de toepassing van eenige theoremata, die den factor x ditmaal in den noemer hebben. In het „Exposé de la théorie des propriétés des intégrales définies, Partie II, chapitre II, N°. 14 (zie Verhandelingen der Koninkl. Akademie van Wetenschappen, Afdeeling Natuurkunde, Deel VIII), blz. 99 en 100," vindt men de afleiding van dit drietal theoremata, die hier goeden dienst zullen kunnen doen.

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} F(\sin^2 x)\, dx = \int_0^{\infty} F(\sin^2 x)\frac{\sin x\, dx}{x} = \int_0^{\infty} F(\sin^2 x)\frac{\tan x\, dx}{x} =$$

$$= \int_0^{\infty} F(\sin^2 x)\frac{\tan \frac{1}{2}x\, dx}{x}.$$

Overal dus, waar bij de vroeger gevonden integralen de geïntegreerde functie eene evene functie van $\sin x$ was, kan men deze drie theoremata met goed gevolg gebruiken; bij het laatste neme men ter vereenvoudiging telkens $x = 2y$.

Op die wijze leveren de integralen van § 1

$$\frac{\pi}{\sqrt{4+p}} = \int_0^{\infty} \frac{\sin x}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}\frac{dx}{x}, \;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (1)$$

$$= \int_0^{\infty} \frac{\sin x}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}\frac{dx}{x\cos x}, \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (2)$$

$$= \int_0^{\infty} \frac{\sin x}{1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x}\frac{dx}{x\cos x}; \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. \; (3)$$

$$0 = \int_0^{\infty} \frac{\sin x.\cos 2x}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}\frac{dx}{x}, \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. \; (4)$$

$$= \int_0^{\infty} \frac{\sin x \,.\, \cos 2x}{1 + p \sin^2 x \,.\, \cos^2 x} \frac{dx}{x \cos x}, \ldots \ldots \ldots \quad (5)$$

$$= \int_0^{\infty} \frac{\sin x \,.\, \cos 4x}{1 + p \sin^2 2x \,.\, \cos^2 2x} \frac{dx}{x \cos x}; \ldots \ldots \ldots \quad (6)$$

$$\frac{\pi}{2\sqrt{4 + p}} = \int_0^{\infty} \frac{\sin^3 x}{1 + p \sin^2 x \,.\, \cos^2 x} \frac{dx}{x}, \ldots \ldots \quad (7)$$

$$= \int_0^{\infty} \frac{\sin^3 x}{1 + p \sin^2 x \,.\, \cos^2 x} \frac{dx}{x \cos x}, \ldots \ldots \ldots \quad (8)$$

$$= 4 \int_0^{\infty} \frac{\sin^3 x \,.\, \cos x}{1 + p \sin^2 2x \,.\, \cos^2 2x} \frac{dx}{x}, \ldots \ldots \ldots \quad (9)$$

$$= \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \frac{\sin 2x \,.\, \cos x}{1 + p \sin^2 x \,.\, \cos^2 x} \frac{dx}{x}, \ldots \ldots \ldots \quad (10)$$

$$= \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \frac{\sin 2x}{1 + p \sin^2 x \,.\, \cos^2 x} \frac{dx}{x}, \ldots \ldots \ldots \quad (11)$$

$$= \int_0^{\infty} \frac{\cos^2 2x \,.\, \sin x}{1 + p \sin^2 2x \,.\, \cos^2 2x} \frac{dx}{x \cos x}; \ldots \ldots \quad (12)$$

$$\frac{\pi}{2p}\left(1 - \frac{2}{\sqrt{4 + p}}\right) \quad \int_0^{\infty} \frac{\sin^3 x \,.\, \cos^2 x}{1 + p \sin^2 x \,.\, \cos^2 x} \frac{dx}{x}, \ldots \quad (13)$$

$$= \int_0^{\infty} \frac{\sin^3 x \,.\, \cos x}{1 + p \sin^2 x \,.\, \cos^2 x} \frac{dx}{x}, \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (14)$$

$$= 4 \int_0^{\infty} \frac{\sin^3 x \,.\, \cos^2 2x \,.\, \cos x}{1 + p \sin^2 2x \,.\, \cos^2 2x} \frac{dx}{x}; \ldots \ldots \ldots \quad (15)$$

$$\frac{\pi}{2p}\left(\frac{2 + p}{\sqrt{4 + p}} - 1\right) = \int_0^{\infty} \frac{\sin^5 x}{1 + p \sin^2 x \,.\, \cos^2 x} \frac{dx}{x}, \ldots \quad (16)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin^5 x}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}\frac{dx}{x\cos x}, \quad \ldots\ldots\ldots (17)$$

$$=2\int_0^\infty \frac{\sin^4 2x.\sin^2 x}{1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x}\frac{dx}{x}, \quad \ldots\ldots\ldots (18)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin x.\cos^4 x}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}\frac{dx}{x}, \quad \ldots\ldots\ldots (19)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin x.\cos^3 x}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}\frac{dx}{x}, \quad \ldots\ldots\ldots (20)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\cos^4 2x.\sin x}{1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x}\frac{dx}{x\cos x}; \quad \ldots\ldots\ldots (21)$$

$$0=\int_0^\infty \frac{\sin^3 x.\cos^2 x.\cos 2x}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}\frac{dx}{x}, \quad \ldots\ldots\ldots (22)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin^3 x.\cos x.\cos 2x}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}\frac{dx}{x}, \quad \ldots\ldots\ldots (23)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin^3 x.\cos 4x.\cos^2 2x.\cos x}{1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x}\frac{dx}{x}; \quad \ldots\ldots\ldots (24)$$

$$0=\int_0^\infty \frac{\sin 4x.\sin 2x.\sin x}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}\frac{dx}{x}, \quad \ldots\ldots\ldots (25)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin 4x.\sin^3 x}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}\frac{dx}{x}, \quad \ldots\ldots\ldots (26)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin 8x.\cos 2x.\sin^2 x}{1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x}\frac{dx}{x}; \quad \ldots\ldots\ldots (27)$$

terwijl de integralen (5), (11), (12) en (13) van diezelfde paragraaf, die behalve eene evene functie van $\sin x$, onder het inte-

graalteeken nog den factor $\sin x . \cos x$ bezitten, tot geene uitkomst kunnen voeren. De som der integralen (4) en (10) geeft nog

$$\int_0^\infty \frac{\sin^3 x}{1 + p \sin^2 x . \cos^2 x} \frac{dx}{x} = \frac{\pi}{\sqrt{4+p}} \dots\dots (28)$$

Gaan wij over tot de integralen van § 2, dan komt er

$$\frac{\pi}{2\sqrt{4+p}^3} = \int_0^\infty \frac{\sin^3 x . \cos^2 x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \dots (29)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin^3 x . \cos x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \dots\dots (30)$$

$$= 4 \int_0^\infty \frac{\cos^3 x . \cos 2x . \cos x}{(1 + p \sin^2 2x . \cos^2 2x)^2} \frac{dx}{x}; \dots\dots (31)$$

$$\frac{\pi}{4\sqrt{4+p}^3} = \int_0^\infty \frac{\sin^5 x . \cos^2 x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \dots (32)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin^5 x . \cos x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \dots\dots (33)$$

$$= 2 \int_0^\infty \frac{\sin^3 2x . \cos^3 2x . \sin^2 x}{(1 + p \sin^2 2x . \cos^2 2x)^2} \frac{dx}{x}, \dots\dots (34)$$

$$= \tfrac{1}{2} \int_0^\infty \frac{\sin^2 4x . \sin 2x . \sin^2 x}{(1 + p \sin^2 2x . \cos^2 2x)^2} \frac{dx}{x}, \dots\dots (35)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin^3 x . \cos^4 x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \dots\dots (36)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin^3 x . \cos^3 x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \dots\dots (37)$$

$$= 4 \int_0^\infty \frac{\sin^3 x . \cos^4 2x . \cos x}{(1 + p \sin^2 2x . \cos^2 2x)^2} \frac{dx}{x}; \dots\dots (38)$$

$$0 = \int_0^\infty \frac{\sin^3 x . \cos^3 x . \cos 2x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \ldots \ldots \ldots (39)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin^3 x . \cos 2x . \cos x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \ldots \ldots \ldots (40)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin^3 x . \cos^2 2x . \cos 4x . \cos x}{(1 + p \sin^2 2x . \cos^2 2x)^2} \frac{dx}{x}, \ldots \ldots \ldots (41)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin 4x . \sin 2x . \sin x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \ldots \ldots \ldots (42)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin 4x . \sin^2 x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \ldots \ldots \ldots (43)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin 8x . \sin 4x . \sin x}{(1 + p \sin^2 2x . \cos^2 2x)^2} \frac{dx}{x \cos x}; \ldots \ldots \ldots (44)$$

$$\frac{\pi}{2p}\left(\frac{1}{p} - \frac{2}{p\sqrt{4+p}} - \frac{1}{\sqrt{4+p}^3}\right) = \int_0^\infty \frac{\sin^5 x . \cos^4 x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, . (45)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin^5 x . \cos^3 x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \ldots \ldots \ldots (46)$$

$$= 2 \int_0^\infty \frac{\sin^3 2x . \cos^2 2x . \sin^2 x}{(1 + p \sin^2 2x . \cos^2 2x)^2} \frac{dx}{x}; \ldots \ldots (47)$$

$$\frac{\pi}{2p}\left(-\frac{1}{p} + \frac{2}{p\sqrt{4+p}} + \frac{2+p}{2\sqrt{4+p}^3}\right) = \int_0^\infty \frac{\sin^7 x . \cos^2 x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, . (48)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin^7 x . \cos x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \ldots \ldots \ldots (49)$$

$$= 2 \int_0^\infty \frac{\sin^5 2x . \cos^2 2x . \sin^2 x}{(1 + p \sin^2 2x . \cos^2 2x)^2} \frac{dx}{x}, \ldots \ldots (50)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin^3 x . \cos^6 x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \dots \dots \dots \dots (51)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin^3 x . \cos^5 x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \dots \dots \dots \dots (52)$$

$$= 4 \int_0^\infty \frac{\sin^3 x . \cos^6 2 x . \cos x}{(1 + p \sin^2 2x . \cos^2 2x)^2} \frac{dx}{x}; \dots \dots \dots (53)$$

$$0 = \int_0^\infty \frac{\sin^5 x . \cos^4 x . \cos 2 x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \dots \dots \dots (54)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin^5 x . \cos^3 x . \cos 2 x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \dots \dots \dots \dots (55)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin^3 x . \cos^4 2 x . \cos x}{(1 + p \sin^2 2 x . \cos^2 2 x)^2} \frac{dx}{x}; \dots \dots \dots (56)$$

$$0 = \int_0^\infty \frac{\sin^3 x . \cos^2 x . \sin 4 x . \sin^2 x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \dots \dots (57)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin^3 x . \cos x . \sin 4 x . \sin 2 x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \dots \dots \dots (58)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin 8 x . \sin 4 x . \sin^3 x . \cos^2 2 x . \cos x}{(1 + p \sin^2 2 x . \cos^2 2 x)^2} \frac{dx}{x}; \dots (59)$$

waarvan de integralen (36) en (39) te zamen leveren

$$\int_0^\infty \frac{\sin^2 x . \cos^2 x . \sin 3 x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x} = \frac{\pi}{\sqrt{4 + p}^3}. \dots (60)$$

De integralen van § 3 leveren verder nog

$$\frac{8 + p}{2 \sqrt{4 + p}^3} \pi = \int_0^\infty \frac{\sin x}{(1 + p \sin^2 x . \cos^2 x)^2} \frac{dx}{x}, \dots (61)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin x}{(1+p\sin^2 x\,.\cos^2 x)^2}\,\frac{dx}{x\cos x}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (62)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin x}{(1+p\sin^2 2x\,.\cos^2 2x)^2}\,\frac{dx}{x}; \quad \ldots\ldots\ldots \quad (63)$$

$$0=\int_0^\infty \frac{\sin x\,.\cos 2x}{(1+p\sin^2 x\,.\cos^2 x)^2}\,\frac{dx}{x}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (64)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin x\,.\cos 2x}{(1+p\sin^2 x\,.\cos^2 x)^2}\,\frac{dx}{x\cos x}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (65)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\cos 4x\,.\sin x}{(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)^2}\,\frac{dx}{x\cos x}; \quad \ldots\ldots\ldots \quad (66)$$

$$\frac{8+p}{4\sqrt{4+p}^{\,3}}\,\pi=\int_0^\infty \frac{\sin^3 x}{(1+p\sin^2 x\,.\cos^2 x)^2}\,\frac{dx}{x}, \quad \ldots \quad (67)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin^3 x}{(1+p\sin^2 x\,.\cos^2 x)^2}\,\frac{dx}{x\cos x}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (68)$$

$$=4\int_0^\infty \frac{\sin^3 x\,.\cos x}{(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)^2}\,\frac{dx}{x}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (69)$$

$$=\tfrac{1}{2}\int_0^\infty \frac{\sin 2x\,.\cos x}{(1+p\sin^2 x\,.\cos^2 x)^2}\,\frac{dx}{x}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (70)$$

$$=\tfrac{1}{2}\int_0^\infty \frac{\sin 2x}{(1+p\sin^2 x\,.\cos^2 x)^2}\,\frac{dx}{x}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (71)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\cos^2 2x\,.\sin x}{(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)^2}\,\frac{dx}{x\cos x}; \quad \ldots\ldots\ldots \quad (72)$$

$$\frac{6+p}{4\sqrt{4+p}^{\,3}}\,\pi=\int_0^\infty \frac{\sin^5 x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2}\,\frac{dx}{x}, \quad \ldots \quad (73)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin^5 x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2}\,\frac{dx}{x\cos x}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (74)$$

$$=16\int_0^\infty \frac{\sin^5 x.\cos^3 x}{(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)^2}\,\frac{dx}{x}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (75)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin x.\cos^4 x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2}\,\frac{dx}{x}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (76)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin x.\cos^3 x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2}\,\frac{dx}{x}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (77)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\cos^4 2x.\sin x}{(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)^2}\,\frac{dx}{x\cos x}; \quad \ldots\ldots\ldots \quad (78)$$

terwijl de som der integralen (67) en (70) nog geeft

$$\int_0^\infty \frac{\sin 3x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^2}\,\frac{dx}{x} = \frac{8+p}{2\sqrt{4+p}^3}. \quad \ldots \quad (79)$$

Vervolgens heeft men naar de uitkomsten van § 4, meer algemeen dan hierboven werd afgeleid,

$$\frac{\pi}{\sqrt{4+p}}\sum_{k=0}^{k=a}(-1)^k\binom{a}{k}\frac{1^{k/2}}{2^{k/2}}\left(\frac{p}{p+4}\right)^k=\int_0^\infty\frac{\sin x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}}\,\frac{dx}{x}, \quad (80)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}}\,\frac{dx}{x\cos x}, \quad \ldots\ldots \quad (81)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin x}{(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)^{a+1}}\,\frac{dx}{x\cos x}; \quad \ldots \quad (82)$$

$$0=\int_0^\infty \frac{\cos 2x.\sin x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a}\,\frac{dx}{x}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (83)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\cos 2x . \sin x}{(1+p\sin^2 x . \cos^2 x)^a} \frac{dx}{x\cos x}, \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (84)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\cos 4x . \sin x}{(1+p\sin^2 2x . \cos^2 2x)^a} \frac{dx}{x}; \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (85)$$

$$\frac{\pi}{2\sqrt{4+p}} \sum_{k=0}^{k=a} (-1)^k \binom{a}{k} \frac{1^{k/2}}{2^{k/2}} \left(\frac{p}{p+4}\right)^k = \int_0^\infty \frac{\sin^3 x}{(1+p\sin^2 x . \cos^2 x)^{a+1}} \frac{dx}{x}, . \quad (86)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin^3 x}{(1+p\sin^2 x . \cos^2 x)^{a+1}} \frac{dx}{x\cos x}, \; . \; . \; . \; . \; . \quad (87)$$

$$=4\int_0^\infty \frac{\sin^3 x . \cos x}{(1+p\sin^2 2x . \cos^2 2x)^{a+1}} \frac{dx}{x}, \; . \; . \; . \; . \quad (88)$$

$$=\frac{1}{2}\int_0^\infty \frac{\sin 2x . \cos x}{(1+p\sin^2 x . \cos^2 x)^{a+1}} \frac{dx}{x}, \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (89)$$

$$=\frac{1}{4}\int_0^\infty \frac{\sin 2x}{(1+p\sin^2 x . \cos^2 x)^{a+1}} \frac{dx}{x}, \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (90)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\cos^2 2x . \sin x}{(1+p\sin^2 2x . \cos^2 2x)^{a+1}} \frac{dx}{x\cos x}; \; . \; . \; . \; . \quad (91)$$

$$\frac{\pi}{2a\sqrt{4+p}} \sum_{k=0}^{k=a-1} (-1)^{k+1} \binom{a-1}{k} \frac{1^{k/2}}{2^{k/2}} (8k-p) \frac{p^{k-1}}{(p+4)^{k+1}} =$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin^3 x . \cos^2 x}{(1+p\sin^2 x . \cos^2 x)^{a+1}} \frac{dx}{x}, \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (92)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin^3 x . \cos x}{(1+p\sin^2 x . \cos^2 x)^{a+1}} \frac{dx}{x}, \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (93)$$

$$=4\int_0^\infty \frac{\cos^2 2x . \sin^3 x . \cos x}{(1+p\sin^2 2x . \cos^2 2x)^{a+1}} \frac{dx}{x}; \; . \; . \; . \; . \quad (94)$$

$$\frac{\pi}{\sqrt{4+p}}\left[(-1)^a\frac{1^{a/2}}{2^{a/2}}\left(\frac{p}{p+4}\right)^a+\sum_{k=0}^{k=a-1}(-1)^k\binom{a-1}{k}\frac{1^{k/2}}{2^{k/2}}\left(\frac{p}{p+4}\right)^k\left(\frac{a}{a-k}+\frac{8k-p}{2ap(4+p)}\right)\right]=$$

$$=\int_0^\infty\frac{\sin^5 x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}}\frac{dx}{x}, \dots\dots\dots\dots (95)$$

$$=\int_0^\infty\frac{\sin^5 x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}}\frac{dx}{x\cos x}, \dots\dots\dots (96)$$

$$=2\int_0^\infty\frac{\sin^3 2x.\sin^2 x}{(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)^{a+1}}\frac{dx}{x}, \dots\dots (97)$$

$$=\int_0^\infty\frac{\sin x.\cos^4 x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}}\frac{dx}{x}, \dots\dots\dots (98)$$

$$=\int_0^\infty\frac{\sin x.\cos^3 x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}}\frac{dx}{x}, \dots\dots\dots (99)$$

$$=\int_0^\infty\frac{\cos^4 2x.\sin x}{(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)^{a+1}}\frac{dx}{x\cos x}; \dots\dots (100)$$

$$0=\int_0^\infty\frac{\sin^3 x.\cos^3 x.\cos 2x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a}\frac{dx}{x}, \dots\dots\dots (101)$$

$$=\int_0^\infty\frac{\sin^3 x.\cos x.\cos 2x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a}\frac{dx}{x}, \dots\dots\dots (102)$$

$$=\int_0^\infty\frac{\sin 8x.\cos 2x.\sin^2 x}{(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)^a}\frac{dx}{x}; \dots\dots\dots (103)$$

$$0=\int_0^\infty\frac{\sin 4x.\sin 2x.\sin x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a}\frac{dx}{x}, \dots\dots\dots (104)$$

$$=\int_0^\infty\frac{\sin 4x.\sin^2 x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a}\frac{dx}{x}, \dots\dots\dots\dots (105)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin 8x \,.\, \cos 2x \,.\, \sin^3 x}{(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)^a}\frac{dx}{x} \,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\, (106)$$

Nog geeft de som van (83) en (89),

$$\int_0^\infty \frac{\sin 8x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}}\frac{dx}{x}=\frac{\pi}{\sqrt{4+p}}\sum_{k=0}^{k=a}(-1)^k\binom{a}{k}\frac{1^{k/2}}{2^{k/2}}\left(\frac{p}{p+4}\right)^k . (107)$$

Door middel der integralen van § 7 vindt men verder

$$\frac{1}{3}\pi\left\{32-12\sqrt{4+p}-\sqrt{4+p}^{\,3}\right\}=\int_0^\infty \frac{1}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}\frac{dx}{x\sin x.\cos^2 x}, . (108)$$

$$=\int_0^\infty \frac{1}{1+p\sin^2 x\,.\,\cos^2 x}\frac{dx}{x\sin x\,.\,\cos^3 x}, \,.\,.\,.\,.\, (109)$$

$$=\frac{1}{4}\int_0^\infty \frac{1}{1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x}\frac{dx}{x\cos^2 2x.\sin x.\cos^3 x}; . (110)$$

$$0=\int_0^\infty \frac{\cos 2x}{1+p\sin^2 x\,.\,\cos^2 x}\frac{dx}{x\sin x\,.\,\cos^2 x}, \,.\,.\,.\, (111)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\cos 2x}{1+p\sin^2 x\,.\,\cos^2 x}\frac{dx}{x\sin x\,.\,\cos^3 x}, \,.\,.\,.\,.\, (112)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\cos 4x}{1+p\sin^2 2x\,.\,\cos^2 2x}\frac{dx}{x\cos^2 2x.\sin x.\cos^3 x}; . (113)$$

$$\frac{1}{6}\pi\left\{32-12\sqrt{4+p}-\sqrt{4+p}^{\,3}\right\}=\int_0^\infty \frac{\sin x}{1+p\sin^2 x.\cos^2 x}\frac{dx}{x\cos^2 x}, . (114)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin x}{1+p\sin^2 x\,.\,\cos^2 x}\frac{dx}{x\cos^3 x}, \,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\, (115)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\sin x}{1+p\sin^2 2x\,.\,\cos^2 2x}\frac{dx}{x\cos^2 2x\,.\,\cos x}, \,.\,.\, (116)$$

$$=\int_0^\infty \frac{1}{1+p\,sin^2 x\,.\,cos^2 x}\,\frac{d\,x}{x\,sin\,x}, \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (117)$$

$$=\int_0^\infty \frac{1}{1+p\,sin^2 x\,.\,cos^2 x}\,\frac{d\,x}{x\,sin\,x\,.\,cos\,x}, \;.\;.\;.\;.\;.\; (118)$$

$$=\tfrac{1}{4}\int_0^\infty \frac{1}{1+p\,sin^2 2\,x\,.\,cos^2 2\,x}\,\frac{d\,x}{sin\,x\,.\,cos^3 x}\,; \;.\; (119)$$

terwijl uit (111) en (117) nog volgt

$$\int_0^\infty \frac{sin\,3\,x}{1+p\,sin^2 x.cos^2 x}\,\frac{d\,x}{x\,sin^2 x.cos^2 x}=\frac{1}{3}\pi\left\{32-12\sqrt{4+p}-\sqrt{4+p}^{\,3}\right\}.\;.\;(120)$$

Eindelijk kan men de theoremata van deze paragraaf nog toepassen op de integralen van § 8.

$$a\,\pi\sum_{k=0}^{k=a}(-1)^k\binom{a}{k}\frac{1^{k/2}}{2^{k/2}}\sum_{l=0}^{l=k}(-1)^{l-1}\binom{k}{l}\frac{2^{2l+1}}{2\,l-1}\left(\frac{1}{2^{4l-1}}-\frac{1}{(p+4)^{l-\frac{1}{2}}}\right)=$$

$$=\int_0^\infty \frac{1}{(1+p\,sin^2 x\,.\,cos^2 x)^a}\,\frac{d\,x}{x\,sin\,x\,.\,cos^2 x}, \;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (121)$$

$$=\int_0^\infty \frac{1}{(1+p\,sin^2 x\,.\,cos^2 x)^a}\,\frac{d\,x}{x\,sin\,x\;cos^3 x}, \;.\;.\;.\; (122)$$

$$=\tfrac{1}{4}\int_0^\infty \frac{1}{(1+p\,sin^2 2\,x\,.\,cos^2 2\,x)^a}\,\frac{d\,x}{x\,cos^2 2\,x\,.\,cos^3 x\,.\,sin\,x}\,;\;.\; (123)$$

$$0=\int_0^\infty \frac{cos\,2\,x}{(1+p\,sin^2 x\,.\,cos^2 x)^a}\,\frac{d\,x}{x\,sin\,x\,.\,cos^2 x}, \;.\;.\; (124)$$

$$=\int_0^\infty \frac{cos\,2\,x}{(1+p\,sin^2 x\,.\,cos^2 x)^a}\,\frac{d\,x}{x\,sin\,x\,.\,cos^3 x}, \;.\;.\;.\; (125)$$

$$=\int_0^\infty \frac{cos\,4\,x}{(1+p\,sin^2 2\,x\,.\,cos^2 2\,x)^a}\,\frac{d\,x}{x\,cos^2 2\,x\,.\,cos^3 x\,.\,sin\,x}\,; \;.\;.\; (126)$$

$$a\,\pi \sum_{k=0}^{k=a}(-1)^k \binom{a}{k} \frac{1^{k/2}}{2^{k/2}} \sum_{l=0}^{l=k}(-1)^{l-1} \binom{k}{l} \frac{2^{2l}}{2l-1} \left\{ \frac{1}{2^{2l-1}} - \frac{1}{(p+4)^{l-\frac{1}{2}}} \right\} =$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a}\, \frac{dx}{x\cos^2 x}, \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (127)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a}\, \frac{dx}{x\cos^3 x}, \ldots\ldots\ldots \quad (128)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin x}{(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)^a}\, \frac{dx}{x\cos^2 2x.\cos x}, \ldots \quad (129)$$

$$= \int_0^\infty \frac{1}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a}\, \frac{dx}{x\sin x}, \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (130)$$

$$= \int_0^\infty \frac{1}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^a}\, \frac{dx}{x\sin x.\cos x}, \ldots \quad (131)$$

$$= \frac{1}{4} \int_0^\infty \frac{1}{(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)^a}\, \frac{dx}{x\sin x.\cos^3 x}; \ldots \quad (132)$$

$$(-1)^a(a+1)\pi \frac{1^{a+1/2}}{2^{a+1/2}} \sum_{l=0}^{l=a}(-1)^l \binom{a}{l} \frac{2^{2l}}{2l-1} \left\{ \frac{1}{2^{2l-1}} - \frac{1}{(p+4)^{l-\frac{1}{2}}} \right\} -$$

$$- \pi \sum_{l=0}^{k=a}(-1)^k \frac{1^{k/2}}{2^{k/2}} \binom{a}{k} \left[\frac{1}{\sqrt{p+4}} \left(\frac{p}{p+4}\right)^k + \right.$$

$$\left. + \frac{(a+1)}{a-k+1} \sum_{l=0}^{l=k}(-1)^l \binom{k}{l} \frac{2^{2l}}{2l-1} \left(\frac{1}{2^{2l-1}} - \frac{1}{(p+4)^{l-\frac{1}{2}}} \right) \right] =$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin^3 x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}}\, \frac{dx}{x\cos^2 x}, \ldots\ldots\ldots \quad (133)$$

$$= \int_0^\infty \frac{\sin^3 x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}}\, \frac{dx}{x\cos^3 x}, \ldots \quad (134)$$

$$= 4 \int_0^\infty \frac{\sin^3 x.\cos x}{(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)^{a+1}}\, \frac{dx}{x\cos^2 2x}, \quad (135)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\cos^2 x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}}\,\frac{dx}{x\sin x}, \quad \ldots\ldots \quad (136)$$

$$=\int_0^\infty \frac{\cos x}{(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)^{a+1}}\,\frac{dx}{x\sin x}, \quad \ldots\ldots \quad (137)$$

$$=\tfrac{1}{2}\int_0^\infty \frac{\cos^2 2x}{(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)^{a+1}}\,\frac{dx}{x\sin x.\cos^3 x}. \quad . . \quad (138)$$

17. Men kan ook de theoremata, aan het begin der vorige paragraaf vermeld, gebruiken bij de integralen, die in § 6 werden afgeleid: die leveren dan de volgende.

$$2\pi(\sqrt{4+p}-2)=\int_0^\infty l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\,\frac{dx}{x\sin x.\cos^2 x}, \quad . \quad (139)$$

$$=\int_0^\infty l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\,\frac{dx}{x\sin x.\cos^3 x}, \quad \ldots\ldots \quad (140)$$

$$=\tfrac{1}{2}\int_0^\infty l(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)\,\frac{dx}{x\cos^2 2x.\cos^3 x.\sin x}; \quad . \quad (141)$$

$$0=\int_0^\infty l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\,\frac{\cos 2x\,dx}{x\sin x.\cos^2 x}, \quad \ldots\ldots \quad (142)$$

$$=\int_0^\infty l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\,\frac{\cos 2x\,dx}{x\sin x.\cos^3 x}, \quad \ldots\ldots \quad (143)$$

$$=\int_0^\infty l(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)\,\frac{\cos 4x\,dx}{x\cos^2 2x.\cos^3 x.\sin x}; \quad . . \quad (144)$$

$$\pi(\sqrt{4+p}-2)=\int_0^\infty l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\,\frac{\sin x\,dx}{x\cos^2 x}, \quad . \quad (145)$$

$$=\int_0^\infty l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\,\frac{\sin x\,dx}{x\cos^3 x}, \quad \ldots\ldots \quad (146)$$

$$=\int_0^\infty l(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)\,\frac{\sin x\,dx}{\cos^2 2x.\cos x},\ \ldots\ (147)$$

$$=\int_0^\infty l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\,\frac{dx}{x\sin x},\ \ldots\ldots\ (148)$$

$$=\int_0^\infty l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\,\frac{dx}{x\sin x.\cos x},\ \ldots\ (149)$$

$$=\frac{1}{4}\int_0^\infty l(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)\,\frac{dx}{\sin x.\cos^3 x};\ .\ (150)$$

$$\pi\,l\{\tfrac{1}{4}(\sqrt{4+p}+2\}=\int_0^\infty l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\,\frac{\sin x\,dx}{x},\ \ldots\ (151)$$

$$=\int_0^\infty l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\,\frac{\sin x\,dx}{x\cos x},\ \ldots\ldots\ (152)$$

$$=\int_0^\infty l(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)\,\frac{\sin x\,dx}{x\cos x};\ \ldots\ (153)$$

$$\pi\{\sqrt{4+p}-2+l4-l(\sqrt{4+p}+2)\}=\int_0^\infty l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\,\frac{\sin^3 x\,dx}{x\cos^2 x},\ .\ (154)$$

$$=\int_0^\infty l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\,\frac{\sin^3 x\,dx}{x\cos^3 x},\ \ldots\ldots\ (155)$$

$$=4\int_0^\infty l(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)\,\frac{\sin^3 x.\cos x\,dx}{x\cos^2 2x},\ .\ (156)$$

$$=\int_0^\infty l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\,\frac{\cos^2 x\,dx}{x\sin x},\ \ldots\ldots\ (157)$$

$$=\int_0^\infty l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\,\frac{\cos x\,dx}{x\sin x},\ \ldots\ldots\ (158)$$

$$= \frac{1}{4}\int_0^\infty l(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)\frac{\cos^2 2x\,dx}{\sin x.\cos^3 x};\ldots(159)$$

$$0 = \int_0^\infty l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\frac{\sin x.\cos 2x\,dx}{x},\ldots(160)$$

$$= \int_0^\infty l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\frac{\sin x.\cos 2x\,dx}{x\cos x},\ldots(161)$$

$$= \int_0^\infty l(1+p\sin^2 2x.\cos^2 2x)\frac{\cos 4x.\sin x\,dx}{x\cos x},\ldots(162)$$

De som van (142) en (148) geeft ons

$$\int_0^\infty l(1+p\sin^2 x.\cos^2 x)\frac{\sin 3x\,dx}{x\sin^2 x.\cos^2 x} = 2\pi(\sqrt{4+p}-2)\ldots(163)$$

IETS OVER DOBBELEN.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.

1. Bij het dobbelen, dat is het werpen met een of meer dobbelsteenen, komt het voornamelijk aan op het aantal oogen, dat men werpt: dat is op de som der getallen 1 tot 6, die zich telkens op de bovenvlakken der dobbelsteenen bevinden. Zulk een aantal oogen kan veelal op onderscheidene wijzen bereikt worden. De waarschijnlijkheid voor het werpen van een bepaald aantal oogen g is een vraagstuk uit de waarschijnlijkheid a priori, omdat langs zuiver wiskundigen weg kan bepaald worden, zoowel het geheel aantal mogelijke gevallen N, als ook het aantal gunstige gevallen n_g, dat is, waarbij de som der oogen juist het bepaalde getal bedraagt.

2. Heeft men slechts een dobbelsteen, dan kan men natuurlijk de getallen 1, 2, 3, 4, 5, 6 slechts eenmaal werpen. Dus is hier overal $n_g = 1$, terwijl $N = \Sigma n_g = 6$ is. Noemt men w_g de waarschijnlijkheid om de g oogen te werpen, zoo is hier, voor $g = 1$ tot $= 6$,

$$w_g = 1 : 6.$$

3. Bij twee dobbelsteenen wordt de toestand anders. Men heeft hier de volgende $6 \times 6 = 36 = N$ mogelijke gevallen, waarbij de eerste kolom voor den eersten dobbelsteen, de tweede kolom voor den tweeden geldt.

$1+1=2$	$2+1=3$	$3+1=4$	$4+1=5$	$5+1=6$	$6+1=7$
$1+2=3$	$2+2=4$	$3+2=5$	$4+2=6$	$5+2=7$	$6+2=8$
$1+3=4$	$2+3=5$	$3+3=6$	$4+3=7$	$5+3=8$	$6+3=9$
$1+4=5$	$2+4=6$	$3+4=7$	$4+4=8$	$5+4=9$	$6+4=10$
$1+5=6$	$2+5=7$	$3+5=8$	$4+5=9$	$5+5=10$	$6+5=11$
$1+6=7$	$2+6=8$	$3+6=9$	$4+6=10$	$5+6=11$	$6+6=12$

Hieruit blijkt dat een aantal oogen

$g=2$	kan	voorkomen	1	maal
3	〃	〃	2	〃
4	〃	〃	3	〃
5	〃	〃	4	〃
6	〃	〃	5	〃
7	〃	〃	6	〃
8	〃	〃	5	〃
9	〃	〃	4	〃
10	〃	〃	3	〃
11	〃	〃	2	〃
12	〃	〃	1	〃
waarvan	de som	is	36	maal

Men ziet dat men niet minder dan 2, en niet meer dan 12 kan werpen; verder dat bij deze n_g de betrekking geldt

$$n_g = n_{12+2-g} = n_{14-g};$$

dat $n_7 = 6$ een maximum is; en dat dus de n_g voor $g=2$ tot $g=7$ klimmen, om daarna weder van $g=8$ tot $g=12$ met dezelfde cijfers af te dalen. Deze n_g zijn hier de opeenvolgende natuurlijke getallen.

Om de waarschijnlijkheid van iedere worp g te bepalen, moet men de overeenkomstige n_g door het geheele aantal $N = \Sigma n_g = 36$ deelen. Men vindt alzoo

$$w_2 = w_{12} = \frac{1}{36} = 0.02777, \quad w_5 = w_9 = \frac{4}{36} = \frac{1}{9} = 0.11111$$

$$w_3 = w_{11} = \frac{2}{36} = \frac{1}{18} = 0.05555, \quad w_6 = w_8 = \frac{5}{36} = 0.13889$$

$$w_4 = w_{10} = \frac{3}{36} = \frac{1}{12} = 0.08333, \quad w_7 = \frac{6}{36} = \frac{1}{6} = 0.66667$$

4. Wanneer men met drie dobbelsteenen werpt, zijn er $6^3 = 216$ onderscheidene gevallen mogelijk; maar de oogen, die men kan werpen, liggen slechts tusschen $3 \times 1 = 3$ en $3 \times 6 = 18$. Deze kunnen echter op verschillende wijzen voorkomen, zoo als blijkt uit het volgende tafeltje. Daarin geven de drie kolommen de oogen aan, die door den eersten, tweeden, derden dobbelsteen worden geworpen; de worpen, die tot eene zelfde som voeren, zijn hier voor het duidelijker overzicht bijeengevoegd.

111	**115**	**116**	126	136	146	156	**166**	**266**	**366**
112	124	125	135	145	**155**	165	256	356	456
121	**133**	134	**144**	154	164	246	265	365	465
211	142	143	153	163	236	**255**	346	**446**	546
113	**151**	152	162	**226**	245	264	**355**	**455**	**555**
122	214	**161**	216	235	254	**336**	364	**464**	564
131	**223**	215	**225**	**244**	263	345	436	536	**636**
212	**232**	**224**	234	253	326	354	**445**	**545**	645
221	241	**233**	243	**262**	**335**	**363**	**454**	**554**	654
311	**313**	**242**	**252**	316	**344**	426	463	563	**663**
114	**322**	251	261	325	**353**	435	526	**626**	**466**
123	**331**	314	315	**334**	362	**444**	**535**	635	**556**
132	412	**323**	324	**343**	416	453	**544**	**644**	**565**
141	421	**332**	**333**	352	425	462	**553**	653	**646**
213	**511**	341	342	361	**434**	516	562	**662**	**655**
222		413	351	415	**443**	**525**	**616**		**664**
231		**422**	**414**	**424**	452	534	625		**566**
312		431	423	**433**	461	543	634		**656**
321		512	432	**442**	**515**	**552**	643		**665**
411		521	**441**	451	524	561	652		**666**
		611	513	514	**533**	615	**661**		
			522	523	542	624			
			531	532	**551**	**633**			
			612	541	614	642			
			621	613	623	651			
				622	632				
				631	641				

Die oogen, welke hier, of dubbelen, of ook drie dubbelen bevatten, zijn door dikker cijfers aangegeven.

Uit voorgaand tafeltje blijkt nu, dat de som der oogen, dat is onze g,

$g =$ 3	kan	voorkomen	1	maal
4	„	„	3	„
5	„	„	6	„
6	„	„	10	„
7	„	„	15	„
8	„	„	21	„
9	„	„	25	„
10	„	„	27	„
11	„	„	27	„
12	„	„	25	„
13	„	„	21	„
14	„	„	15	„
15	„	„	10	„
16	„	„	6	„
17	„	„	3	„
18	„	„	1	„
waarvan de som is			216	maal.

Uit deze opgave blijkt, dat er tusschen deze getallen n_g weder eene eenvoudige betrekking bestaat, namelijk

$$n_g = n_{18+3-g} = n_{21-g};$$

dat het maximum zoowel bij $g = 10$ als bij $g = 11$ intreedt; dat verder de n_g voor $g = 3$ tot $g = 10$ klimmen, en verder voor $g = 11$ tot $g = 18$ wederom langs denzelfden weg afdalen. Overigens is voorloopig de wet van die getallen n_g niet duidelijk.

Wil men de waarschijnlijkheid van iederen worp nagaan, dan moet men deze getallen n_g deelen door $N = \Sigma n_g = 216 = 6^3$; en vindt dan langs dezen weg

$$w_3 = w_{18} = \frac{1}{216} = 0.0046296,$$

$$w_4 = w_{17} = \frac{3}{216} = \frac{1}{72} = 0.0138888,$$

$$w_5 = w_{16} = \frac{6}{216} = \frac{1}{36} = 0.0277777,$$

$$w_6 = w_{15} = \frac{10}{216} = \frac{5}{108} = 0.0462964,$$

$$w_7 = w_{14} = \frac{15}{216} = \frac{5}{72} = 0.0694444,$$

$$w_8 = w_{13} = \frac{21}{216} = \frac{7}{72} = 0.0972222,$$

$$w_9 = w_{12} = \frac{25}{216} = 0.1157407,$$

$$w_{10} = w_{11} = \frac{27}{216} = \frac{1}{8} = 0.125.$$

5. De tot nu toe gevonden waarden van n_g, en de betrekkingen, die voor een, twee en drie dobbelsteenen daartusschen bestaan, doen onderstellen, dat dergelijke betrekkingen ook voor een grooter aantal dobbelsteenen voorkomen. Trachten wij dus de wet op te sporen voor een willekeurig aantal k dobbelsteenen; dat is te bepalen het aantal gunstige gevallen $n_{(g,k)}$, dat er met die k dobbelsteenen het aantal oogen g geworpen wórde. Dan is natuurlijk het geheel aantal mogelijke gevallen 6^k; en derhalve de waarschijnlijkheid van den worp g

$$w_g = n_{(g,k)} : 6^k.$$

Volgens de beginselen der waarschijnlijkheidsrekening, en wel naar het theorema van Bernoulli, zullen in de ontwikkeling

$$K = (w^1{}_a + w^2{}_b + w^3{}_c + w^4{}_d + w^5{}_e + w^6{}_z)^k$$

de gezochte gunstige gevallen, waarin g oogen worden geworpen, overeenkomen met de termen $w_a{}^\alpha w_b{}^\beta w_c{}^\gamma w_d{}^\delta w_e{}^\varepsilon w_z{}^\zeta$, waarbij $\alpha + \beta + \gamma + \delta + \varepsilon + \zeta = g$ is; de som der overeenkomstige polynomiaalcoëfficiënten geven dan het aantal malen aan, dat de gewenschte verbinding voorkomt; deze getallen zullen niet veranderen, als men alle w gelijk neemt. Alsdan heeft men

$$K = w^k(1 + w^1 + w^2 + w^3 + w^4 + w^5)^k = w^k\left(\frac{1-w^6}{1-w}\right)^k =$$

$$= w^k(1-w^6)^k(1-w)^{-k}.$$

Nu is vooreerst

$$(1-w^6)^k = 1 - \frac{k}{1}w^6 + \frac{k}{1}\frac{k-1}{2}w^{12} - \frac{k}{1}\frac{k-1}{2}\frac{k-2}{3}w^{18} + \ldots$$

$$(1-w)^{-k} = 1 + \frac{k}{1}w + \frac{k}{1}\frac{k+1}{2}w^2 + \frac{k}{1}\frac{k+1}{2}\frac{k+2}{3}w^3 + \ldots$$

Ten einde derhalve in de ontwikkeling K de termen $w^g = w^k w^{g-k}$ te verkrijgen, moet men in het produkt van beide voorgaande reeksen de termen w^{g-k} gaan opzoeken; en vindt men alzoo achtereenvolgens, met invoering der notatie voor analytische faculteiten

$$a^{b/c} = a(a+c)(a+2c)\ldots.(a+(b-1)c),$$

waardoor de binomiaalcoëfficiënten worden $\left(\begin{matrix}k\\a\end{matrix}\right) = \frac{k^{a/-1}}{1^{a/1}}$,

$$1 \qquad\qquad \times \frac{k^{g-k/1}}{1^{g-k/1}}w^{g-k},$$

$$-\frac{k}{1}w^6 \qquad\qquad \times \frac{k^{g-k-6/1}}{1^{g-k-6/1}}w^{g-k-6},$$

$$+\frac{k.k-1}{1.\ 2}w^{12} \qquad\qquad \times \frac{k^{g-k-12/1}}{1^{g-k-12/1}}w^{g-k-12},$$

$$-\frac{k}{1}\frac{k-1}{2}\frac{k-2}{3}w^{18} \times \frac{k^{g-k-18/1}}{1^{g-k-18/1}}w^{g-k-18}.$$

. . . .

De gezochte som is dus

$$n_{(g\,.\,k)} = \frac{k^{g-k/1}}{1^{g-k/1}} - \frac{k}{1}\frac{k^{g-k-6/1}}{1^{g-k-6/1}} + \frac{k\,.\,k-1}{1\,.\ 2}\frac{k^{g-k-12/1}}{1^{g-k-12/1}} - \ldots, \quad (1)$$

welke reeks van zelf moet eindigen, zoodra er eene faculteit nul of negatief zoude worden. Men kan aan alle breuken van facul-

teiten nog denzelfden noemer geven, door middel van de volgende herleiding, als men eerst teller en noemer met $1^{k-1/1}$ vermenigvuldigt, en dan door $1^{g-k-6a/1}$ weder deelt; alzoo toch is

$$\frac{k^{g-k-6a/1}}{1^{g-k-6a/1}} = \frac{1^{g-1-6a/1}}{1^{k-1/1}\,1^{g-k-6a/1}} = \frac{(g-k-6a+1)^{k-1/1}}{1^{k-1/1}} =$$

$$= \frac{(g-6a-1)^{k-1/-1}}{1^{k-1/1}} = \binom{g-6a-1}{k-1}.$$

Hierdoor wordt dan

$$n_{(g.k)} = \binom{g-1}{k-1} - \binom{k}{1}\binom{g-7}{k-1} + \binom{k}{2}\binom{g-13}{k-1} - \dots \quad (2)$$

voor de gezochte som gevonden. De laatste term zoude luiden $(-1)^k\binom{k}{k}\binom{g-6k-1}{k-1}$; maar daar altijd $g \leqq 6k$ moet zijn, wordt $g-6k-1 < 0$, en kan die term, naar het voorgaande, niet opgenomen worden; de reeks besluit dus met den onmiddelijk voorafgaanden term, $(-1)^{k-1}\binom{k}{k-1}\binom{g-6k+5}{k-1}$, en dus wordt

$$n_{(g.k)} = \binom{g-1}{k-1} - \binom{k}{1}\binom{g-7}{k-1} + \binom{k}{2}\binom{g-13}{k-1} \dots + (-1)^{k-1}\binom{k}{1}\binom{g-6k+5}{k-1}; \quad (3)$$

waarbij, voor iedere g, die termen moeten wegvallen, waarin de aanwijzers der machten bij de binomiaal-coëfficiënten nul of negatief zouden worden.

6. Om te bewijzen dat $n_{(g.k)} = n_{(6k+k-g.k)} = n_{(7k-g.k)}$ is, wordt de eerste term der ontwikkeling dezer laatste naar (1)

$$\frac{k^{7k-g-k/1}}{1^{7k-g-k/1}} = \frac{k^{6k-g/1}}{1^{6k-g/1}} = \frac{1^{7k-g-1/1}}{1^{k-1/1}\,1^{6k-g/1}} = \frac{(6k-g+1)^{k-1/1}}{1^{k-1/1}} =$$

$$= (-1)^{k-1}\frac{(g-6k-1)^{k-1/-1}}{1^{k-1/1}} = (-1)^{k-1}\binom{g-6k-1}{k-1};$$

en de $(k - a)$ de term dier ontwikkeling, afgezien van den factor $\binom{k}{k-a} = \binom{k}{a}$,

$$(-1)^{k-a}\frac{k^{6k-g-6(k-a)/1}}{1^{6k-g-6(k-a)/1}} = (-1)^{k-a}\frac{k^{6a-g/1}}{1^{6a-g/1}} = (-1)^{k-a}\frac{1^{6a-g+k-1/1}}{1^{k-1/1}\,1^{6a-g/1}} =$$

$$= (-1)^{k-a}\frac{(6a-g+1)^{k-1|1}}{1^{k-1/1}} = (-1)^{k-a}(-1)^{k-1}\frac{(g-6a-1)^{k-1/-1}}{1^{k-1/1}}$$

$$= (-1)^{a-1}\binom{g-6a-1}{k-1}.$$

Alzoo verkrijgt men de reeks (2) in omgekeerde volgorde met omgekeerde teekens; maar daar deze reeks, indien men ook den laatsten term daarbij behoudt, gelijk aan nul zoude zijn, moet de laatste term, met tegengesteld teeken, gelijk aan de som der voorgaande zijn. Deze som in de tweede reeks is dus $(-1)^a\binom{g-6a-1}{k-1}$ voor $a = 0$, dat is $+\binom{g-1}{k-1}$, juist de eerste term der reeks (2).

Op dezelfde wijze bewijst men dit voor de volgende termen; en dus is de eigenschap $n_{(g,k)} = n_{(7k-g,k)}$ bewezen, in de onderstelling, dat de volledige reeks (2) werkelijk gelijk is aan nul.

Voor $k = 2$ is $g \leqq 12$, dus

$$n_{(g.2)} = \binom{g-1}{1} - \binom{2}{1}\binom{g-7}{1} + \binom{g-13}{1} = 0,$$

terwijl voor $2 \leqq g \leqq 7$ geldt $= g - 1$,

$7 \leqq g \leqq 12 \qquad = (g-1) + 2(g-7) = 13 - g.$

Voor $k = 3$ is $g \leqq 18$, dus

$$n_{(g.3)} = \binom{g-1}{2} - \binom{3}{1}\binom{g-7}{2} + \binom{3}{1}\binom{g-13}{2} - \binom{g-19}{2} =$$

$$= \tfrac{1}{2}\,[g(g-1)-3(g-7)(g-8) + 3(g-13)(g-14)-(g-19)(g-20)] = 0,$$

terwijl voor $3 \leqq g \leqq 8$ geldt $= \tfrac{1}{2}\,g\,(g-1)$,

$$8 \leqq g \leqq 13 \qquad = \tfrac{1}{2}\,.\,2[-g^2 + 21\,g - 83],$$

$$13 \leqq g \leqq 18 \qquad = \tfrac{1}{2}[g^2-39g+380] = \tfrac{1}{2}(g-19)(g-20).$$

Voor deze bijzondere waarden $k = 2$, $= 3$, is de reeks dus werkelijk nul; wat het algemeen geval betreft, kan het nul worden der volledige reeks voor $n_{(g.k)}$, met den laatsten term, alleen mogelijk zijn, wanneer alle machten l van $g-1=q$ coëfficiënten verkrijgen, die ieder op zich zelve nul worden. Die reeks wordt nu, na invoering van q, en na vermenigvuldiging met $1^{k-1/1}$, als men voor de grootere algemeenheid 6 door a vervangt,

$$q^{k-1/-1} - \binom{k}{1}(q-a)^{k-1/-1} + \binom{k}{2}(q-2a)^{k-1/-1} - \ldots$$

$$+ (-1)^k \binom{k}{k}(q-ka)^{k-1/-1} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Nu weet men dat

$$q^{2/-1} = q^2 - q \qquad , \quad q^{4/-1} = q^4 - 6q^3 + 11q^2 - 6q \qquad ,$$

$$q^{3/-1} = q^3 - 3q^2 + 2q\,, \quad q^{5/-1} = q^5 - 10q^5 + 35q^3 - 50q^2 + 24q,$$

en dus in het algemeen

$$q^{k-1/-1} = q^{k-1} - A_{k-2}q^{k-2} + A_{k-3}q^{k-3} + \ldots + (-1)^{k-l-1}A_l q^l + \ldots + A_0,$$

waarin de A_m de faculteitscoëfficiënten voor de $(k-1)$ de macht zijn.

De termen van de l de macht, die er uit deze ontwikkeling der faculteiten in de vorige reeks (4) ontstaan, vindt men dus.

$$n_{(g.k+1)}-\frac{g-1)^{k/-1}}{1^{k1}}-\binom{k+1}{1}\frac{(g-7)^{k/-1}}{1^{k/1}}+\binom{k+1}{2}\frac{(g-13)^{k/-1}}{1^{k/1}}-\,..(7)$$

Opdat men hier tot het aftrekken van beide vergelijkingen (2) en (7) kunne overgaan, bedenke men dat

$$\binom{k+1}{a}\frac{(g-6a-1)^{k/-1}}{1^{k/1}}=\frac{(k+1)k^{a-1/-1}}{1^{a/1}}\frac{(g-6a-2)^{k-1/-1}(g-6a-k)}{1^{k/1}},$$

$$\binom{k}{a}\frac{(g-6a-1)^{k-1/-1}}{1^{k-1/1}}=\frac{(k-a+1)k^{a-1/-1}}{1^{a/1}}\frac{k.(g-6a-1)^{k-1/-1}}{1^{k/1}}$$

is, en dus het verschil dezer overeenkomstige termen geeft

$$\frac{k^{a-1/-1}(g-6a-1)^{k-1/-1}}{1^{a/1}\,1^{k/1}}[k+1)(g-6a-k)-(k-\dot{a}+1)k]=$$

$$=\frac{(g-6a-1)^{k-1/-1}}{1^{a/1}\,1^{k-a+1/1}}[k-1)(g-2k)-(5k+6)a]\,;$$

behalve bij den eersten term, waar men voor dat verschil vindt

$$\frac{(g-1)^{k-1/-1}}{1^{k/1}}[(g-k)-k]\,;$$

zoodat eindelijk

$$n_{(g.k+1)}-n_{(g.k)}=\frac{(g-1)^{k-1/-1}}{1^{k/1}}(g-2k)-\frac{(g-7)^{k-1/-1}}{1^{k/1}}[(k+1)(g-2k)-(5k+6)]+$$

$$+\frac{(g-13)^{k-1/-1}}{2\,.\,1^{k-1/1}}[(k+1)(g-2k)-2\,(5k+6)]-\,.\,.\,.\,(8)$$

Beide formulen (6) en (8), maar vooral de eerste, zijn zeer geschikt, om uit de reeds bekende $n_{(g.k)}$ de volgende af te leiden.

Langs elk van deze wegen vindt men dan het volgende tafeltje:

TAFELTJE VOOR $n(g.k)$.

g.	$k=1$.	$=2$.	$=3$.	$=4$.	$=5$.	$=6$.	$=7$.	$=8$.
1	1							
2	1	1						
3	1	2	1					
4	1	3	3	1				
5	1	4	6	4	1			
6	1	5	10	10	5	1		
7		6	15	20	15	6	1	
8		5	21	35	35	21	7	1
9		4	25	56	70	56	28	8
10		3	27	80	126	126	84	36
11		2	27	104	205	252	210	120
12		1	25	125	305	456	462	330
13			21	140	420	756	917	792
14			15	146	540	1161	1667	1708
15			10	140	651	1666	2807	3368
16			6	125	735	2247	4417	6147
17			3	104	780	2856	6538	10480
18			1	80	780	3431	9142	16808
19				56	735	3906	12117	25488
20				35	651	4221	15267	36688
21				20	540	4332	18327	50288
22				10	420	4221	20993	65808
23				4	305	3906	22967	82384
24				1	205	3431	24017	98813
25					126	2856	24017	113688
26					70	2247	22967	125588
27					35	1666	20993	133288
28					15	1161	18327	135954
29					5	756	15267	133288
30					1	456	12117	125588
31						252	9142	113688
32						126	6538	98813
33						56	4417	82384
34						21	2807	65808
35						6	1667	50288
36						1	917	36688
37							462	25488
38							210	16808
39							84	10480
40							28	6147
41							7	3368
42							1	1708
43								792
44								330
45								120
46								36
47								8
48								1
$6^k=$	6	36	216	1296	7776	46656	279936	1679616

8. Bij het gebruiken van dit tafeltje vergete men niet, dat $n_{(g.k)}$ het aantal gunstige gevallen voorstelt bij 6^k mogelijke gevallen; en dat dus, waar men heeft

$$
\begin{aligned}
&n_{(2.1)} = n_{(2.2)} = 1, \quad n_{(3.1)} = n_{(3.3)} = 1, \quad n_{(4.1)} = n_{(4.4)} = 1,\\
&n_{(4.2)} = n_{(4.3)} = 3, \quad n_{(5.1)} = n_{(5.5)} = 1, \quad n_{(5.2)} = n_{(5.6)} = 4,\\
&n_{(6.1)} = n_{(6.6)} = 1, \quad n_{(6.2)} = n_{(6.5)} = 5, \quad n_{(6.3)} = n_{(6.4)} = 10,\\
&n_{(7.2)} = n_{(7.6)} = 6, \quad n_{(7.3)} = n_{(7.5)} = 15, \quad n_{(8.3)} = n_{(8.6)} = 21,\\
&n_{(8.4)} = n_{(8.5)} = 35, \quad n_{(9.5)} = n_{(9.6)} = 55, \quad n_{(10.5)} = n_{(10.6)} = 126;
\end{aligned}
$$

de overeenkomstige waarschijnlijkheden, waarbij men deze getallen, telkens door 6^k moet deelen, toch zeer verschillend zijn.

Daarentegen is die waarschijnlijkheid bij

$$n_{(14.3)} = \frac{15}{6^3} = \frac{5}{72} \quad \text{en} \quad n_{(14.5)} = \frac{540}{6^5} = \frac{5}{72}$$

even groot; zoodat het even waarschijnlijk is om 14 oogen te werpen met 3 als met 5 dobbelsteenen.

De zoo even gemaakte opmerking omtrent de gelijkheid van sommige $n_{(g.k)}$ wordt voor het geval van evene waarden van g, bevestigd door de formule (8). Dan toch wordt in den eersten term de factor $g - 2k$ nul voor $g = 2k$. In den tweeden term blijft de factor $(k+1)(g-2k) - (5k+6) = -(5k+6)$ wel bestaan; maar de faculteit $(2k-7)^{k-1|-1}$ heeft tot laatsten factor $k-5$, zoodat zij verdwijnt voor alle $k \leqq 5$. Wordt echter $g > 2k > 10$, dan blijft die tweede term bestaan, en later ook nog de volgende termen; zoodat dan ook hier voor $k > 5$ nimmer $n_{(2g.k)} = n_{(2g.k+1)}$ worden kan. De bovengenoemde gevallen zijn dus de eenige.

Ten einde hetzelfde verschijnsel na te gaan bij onevene g, moet men het verschil tusschen $n_{(g\,k+2)}$ en $n_{(g.k)}$ zoeken. Men heeft vooreerst

$$n_{(g\,k+2)} = \frac{(g-1)^{k+1|-1}}{1^{k+1|1}} - \binom{k+2}{1}\frac{(g-7)^{k+1|-1}}{1^{k+1|1}} + \\ + \binom{k+2}{2}\frac{(g-13)^{k+1|-1}}{1^{k+1|1}} - \ldots$$

Derhalve wordt eerst in het algemeen

$$\binom{k+2}{a}\frac{(g-2a-1)^{k+1/-1}}{1^{k+1/1}}=$$

$$=(k+2)(k+1).k^{a-2/-1}(g-6a-k-1)(g-6a-k)(g-6a-1)^{k-1/-1}\frac{1}{1^{a/1}\,1^{k+1/1}},$$

$$\binom{k}{a}\frac{(g-2a-1)^{k-1/-1}}{1^{k-1/1}}=$$

$$=(k-a+1)(k-a-2).k^{a-2/-1}k(k+1)(g-6a-1)^{k-1/-1}\frac{1}{1^{a/1}\,1^{k+1/1}};$$

zoodat het verschil van beide uitkomsten geeft, als men bedenkt, dat $k+1$ in beide factor is geworden,

$$\frac{k^{a-2/-1}\,(g-6a-1)^{k-1/-1}}{1^{a/1}\,1^{k/1}}[(k+2)(g-6a-k-1)(g-6a-k)-$$

$$-(k-a+1)\,(k-a+2)\,k]=$$

$$=\frac{(g-6a-1)^{k-1/-1}}{1^{a/1}\,1^{k-a+2/1}}[k+2)\,g\,(g-12a-2k-1)+$$

$$+(35k+72)\,a^2+(14k^2+33k+12)\,a];$$

terwijl men weder bij den eersten term voor dat versehil heeft

$$\frac{(g-1)^{k-1/-1}}{1^{k+1/1}}[(g-k-1)\,(g-k)-k(k+1)]=$$

$$=\frac{(g-1)^{k-1/-1}}{1^{k+1/1}}g\,(g-2k-1)=\frac{g^{k/-1}}{1^{k+1/1}}(g-2k-1).$$

Dientengevolge wordt dus algemeen

$$n_{(g,k+2)}-n_{(g,k)}=$$

$$=\frac{g^{k/-1}}{1^{k+1/1}}(g\text{-}2k\text{-}1)\text{-}\frac{(g\text{-}7)^{k\text{-}1/\text{-}1}}{1^{k+1/1}}[(k+2)g(g\text{-}2k\text{-}13)+(14k^2+68k+84)]+$$

$$+\frac{(g-13)^{k-1/-1}}{2\,.\,1^{k/1}}[(k+2)g(g-2k-25)+(28k^2+206k+312)]- \quad (9)$$

Deze formule toont wederom aan, dat voor $g = 2k + 1$, de eerste term verdwijnt. In den tweeden factor is hier

$$-12(k+2)g + (14k^2 + 68k + 84) = -10k^2 + 8k + 60;$$

maar de faculteit $(2k - 6)^{k-1/-1}$ heeft tot laatsten term $k - 4$; die faculteit verdwijnt dus voor $k \leqq 4$. Wordt echter ook $g = 2k + 1 > 9$, zoo blijft deze tweede term bestaan, en later ook nog de volgende termen. Derhalve is nimmer $n_{(2g+1.k)} = n_{(2g+1.k+2)}$, zoodra $k > 4$ wordt.

Uit beide redeneeringen volgt, dat verder alleen toevallig $n_{(g.k)} = n_{(g.k+l)}$ zal kunnen worden, wanneer de termen der overeenkomstige reeksen elkander zouden opheffen; maar dat zulks niet vooruit op eenvoudige wijze uit de formule is af te leiden.

Men ziet gemakkelijk in, dat men bij al deze formulen te doen had met eene soort van verbindingen, en wel met verschikkingen van de klasse k met herhalingen, tot bepaalde sommen g, met uitgesloten laatste elementen ($r = 6$); waarvoor de notatie luidt $P'[s = g;\ a_1\, a_2\, a_3\, a_4\, a_5\, a_6]^k$.

9. Gaan wij nu over tot het onderzoek van een paar spelen, die tot dit onderwerp behooren.

Vooreerst het spel *Hasard* genoemd, dat met twee dobbelsteenen wordt gespeeld. De regels zijn hierbij de volgende; noem A den eersten speler, die de dobbelsteenen houdt en *bankier* heet, en B zijne tegenpartij.

a. A werpt eerst de kans voor B; deze kan zijn 5, 6, 7, 8 of 9. Werpt A dus een der overige oogen, zoo geldt die worp niet.

b. Daarop werpt A zijn eigen kans; deze kan zijn 4, 5, 6, 7, 8, 9 of 10.

c. Had A bij **a** de 6 of 8 geworpen, dan wint hij, indien hij bij **b** dezelfde oogen, of ook 12 werpt; hij verliest, wanneer hij 2, 3 of 11 werpt.

d. Had A bij **a** de 5 of 9 geworpen, dan wint hij, indien hij bij **b** dezelfde oogen werpt; maar hij verliest, wanneer hij bij **b** 2, 3, 11 of 12 werpt.

e. Had A bij **a** de 7 geworpen; dan wint hij, indien hij bij **b** dezelfde 7, of ook 11 werpt: daarentegen verliest hij bij het werpen van 2, 3 of 12.

f. Indien A echter bij **b** een andere kans voor zich werpt, dan hij reeds bij **a** voor B geworpen had; dan wint of verliest hij, naarmate bij zijne kans of die van B het eerste werpt.

g. Eerst wanneer A verliest, geeft hij de dobbelsteenen aan B over; zoodra deze verliest, is het spel geëindigd.

10. Laat ons zien, hoe groot naar deze voorwaarde de waarschijnlijkheid op winst voor A is, waartoe wij de getallen $n_{(g.2)}$ uit ons vorig tafeltje zullen behoeven, om na te gaan hoe dikwijls een bepaalde worp kan voorkomen; en neem daartoe vooreerst 6 als de kans van B (naar **a**).

Wanneer bij den tweeden worp **b** werpt

2, dan is er in		1 geval verlies;	naar (**c**);
3, dan is er in		2 gevallen verlies;	
6, dan is er in	5 gevallen winst;		
11, dan is er in		2 gevallen verlies;	
12, dan is er in	1 geval winst.		

Werpt A echter 4, 5, 7, 8, 9 of 10 als zijn eigen kans, waarvoor er $3+4+6+5+4+3=25$ gevallen zijn,

dan moet er een derde worp komen.

Noem dan zijn kans x, die in a gevallen kan voorkomen, dan wint hij, naar **f**, in a gevallen, verliest in 5 gevallen (zooveel malen als de kans 6 van B nu kan voorkomen). De winst bij den derden worp is dan in $a-5$ gevallen; en in $36-(a+5)=31-a$ gevallen komt er een vierde worp. De waarschijnlijkheid van dien vierden worp is dus $\frac{31-a}{36}$ stel $=\frac{p}{q}$.

Bij dien vierden worp is het aantal gevallen, waarin A wint, evenzeer $a-5$, en het aantal gevallen, dat er een vijfde worp noodig is, ook $31-a$; dus is de waarschijnlijkheid van dien vijfden worp evenzeer $\frac{p}{q}$.

En deze redenering blijft voor elken volgenden worp doorgaan, terwijl het aantal worpen onbepaald is, dat is oneindig

groot kan worden. Ten einde dus de winst voor A na te gaan, die er ontstaat uit hoofde van de voorwaarde **f**, heeft men daarvoor

$$(a-5)\left\{1+\left(\frac{p}{q}\right)+\left(\frac{p}{q}\right)^2+\left(\frac{p}{q}\right)^3+\ldots\right\}=(a-5)\frac{1}{1-\frac{p}{q}}=(a-5)\frac{q}{q-p};$$

of, wanneer men nu de waarden $p = 31 - a$, $q = 36$, dus $q - p = 36 - (31 - a) = a + 5$ substitueert,

$$36\,\frac{a-5}{a+5}.$$

Aangezien echter deze winst kan voorkomen in a gevallen onder alle mogelijke 36 gevallen, zal het werpen der kans x als winst opleveren

$$36\,\frac{a-5}{a+5}\,\frac{a}{36} = a\,\frac{a-5}{a+5}.$$

Bij de toepassing dezer formule, heeft men nu achtereenvolgens $x = 4$, 5, 7, 8, 9 of 10 te stellen, en verkrijgt dan

x	a	$a-5$	$a(a-5)$	$a+5$	$a\frac{a-5}{a+5}$		
4	3	-2	-6	8	$-{}^3/_4$	$=-297$	: $(4\times9\times11)$.
5	4	-1	-4	9	$-{}^4/_9$	$=-176$	
7	6	$+1$	$+6$	11	$+{}^6/_{11}$	$=+210$	
8	5	0	0	10	0	$=\quad 0$	
9	4	-1	-4	9	$-{}^4/_9$	$=-176$	
10	3	-2	-6	8	$-{}^3/_4$	$=-297$	

waarvan de som is $\dfrac{-730}{396} = -\dfrac{365}{198}$.

Het geheel aantal gevallen van winst voor A, (wanneer men de gevallen van verlies als gevallen van negatieve winst, of ook als negatieve gevallen van winst opvat, even als reeds boven geschiedde) is dus

$$(5+1)-(1+2+2)-\frac{365}{198}=-\frac{167}{198};$$

en dus de wiskundige hoop op winst

$$w_6=-\frac{167}{198}:36=-\frac{167}{7128}.$$

Wanneer de kans van B, naar **a**, 8 ware geweest in plaats van 6; dan zoude men hier overal de oogen 6 en 8 moeten verwisselen; maar in het aantal gevallen waarop het hier steeds aankomt, wordt daardoor geene verandering gebracht. De uitkomsten blijven dus dezelfde; en men heeft

$$w_6=w_8=-\frac{167}{7128}.$$

11. Zij vervolgens, naar de voorwaarde **a**, 5 de kans van B; dan verkrijgen de beide vorige beschouwingen van § 10 hier een anderen vorm.

Werpt A bij den tweeden worp **b**

2, dan is er in		1 geval verlies;	(naar **d**).
3, dan is er in		2 gevallen verlies;	
5, dan is er in	4 gevallen winst;		
11, dan is er in		2 gevallen verlies;	
12, dan is er in		1 geval verlies;	

Verder kan A werpen 4, 6, 7, 8, 9 of 10, als zijn eigen kans, waarvoor $3+5+6+5+4+3=26$ gevallen.

Hier verkrijgt men dus voor de winst bij het werpen van de oogen x, naar **f**, omdat er 4 gevallen zijn voor de kans 5 van B,

$$a\,\frac{a-4}{a+4}.$$

De toepassing dezer formule geeft nu achtereenvolgens voor de verschillende gevallen van x

x	a	$a-4$	$a(a-4)$	$a+4$	$a\frac{a-4}{a+4}$		
4	3	-1	-3	7	$-3/7$	$=-135$	$:(5\times7\times9)$.
6	5	$+1$	$+5$	9	$+5/9$	$=+175$	
7	6	$+2$	$+12$	10	$+6/5$	$=+378$	
8	5	$+1$	$+5$	9	$+5/9$	$=+175$	
9	4	0	0	8	0	$=+0$	
10	3	-1	-3	7	$-3/7$	$=+135$	

waarvan de som is $+\frac{458}{315}$.

Het geheel aantal gevallen van winst is derhalve

$$4-(1+2+2+1)+\frac{458}{315}=-\frac{172}{315};$$

en dus de wiskundige hoop op winst

$$w_5=-\frac{172}{315}:36=-\frac{43}{2835}=w_9.$$

Evenzeer toch als in § 10, blijven de getallen voor de kans 9 van B dezelfde als hier voor de kans 5; en moet dientengevolge $w_9=w_5$ zijn.

12. Zij eindelijk de 7 oogen de kans van B, volgens den regel **a**; dan worden de beide vorige berekeningen hier de volgende.

Als A bij den tweeden worp **b** werpt

2, dan is er in		1 geval verlies;	naar (**e**).
3, dan is er in		2 gevallen verlies;	
7, dan is er in	6 gevallen winst;		
11, dan is er in	2 gevallen winst;		
12, dan is er in		1 geval verlies;	

maar verder kan hij nog

4, 5, 6, 8, 9 of 10 als zijn eigen kans werpen,

waarvoor $3+4+5+5+4+3=24$ gevallen.

Omdat nu de kans 7 van B in 6 gevallen voorkomt, wordt

dus hier de uitdrukking der winst bij het werpen der verschillende oogen x, telkens met a gevallen

$$a\,\frac{a-6}{a+6};$$

en nu verkrijgt men hiervoor, naar **f**,

x	a	$a-6$	$a(a-6)$	$a+6$	$a\frac{a-6}{a+6}$	
4	3	-3	-9	9	-1	$=-55$
5	4	-2	-8	10	$-4/5$	$=-44$
6	5	-1	-5	11	$-5/11$	$=-25$
8	5	-1	-5	11	$-5/11$	$=-25$
9	4	-2	-8	10	$-4/5$	$=-44$
10	3	-3	-9	9	-1	$=-55$

(de laatste kolom gedeeld door (5×11))

waarvan de som is $\qquad -\frac{248}{55}.$

Dientengevolge is het geheele aantal gevallen van winst

$$(6+2)-(1+2+1)-\frac{248}{55}=-\frac{28}{55};$$

en verder de wiskundige hoop op winst

$$w_7=-\frac{28}{55}:36=-\frac{7}{495}.$$

13. Men ziet dus, dat de wiskundige hoop op winst voor A altijd negatief is; dat is, dat er altijd hoop op verlies bestaat.

Wil men die wiskundige hoop op winst berekenen, voor dat de kans van B bekend is, dan bedenke men dat de

$$w_5,\ w_6,\ w_7,\ w_8 \text{ en } w_9$$

in $4+5+6+5+4=24$ gevallen kan plaats hebben; de zes overige worpen

$$2,\ 3,\ 11 \text{ en } 12$$

in $1+2+2+1=6$ gevallen komen, volgens de voorwaarden **a**, niet in aanmerking.

Men heeft dus voor de geheele waarschijnlijkheid

$$W = [5(w_6 + w_8) + 4(w_5 + w_9) + 6w_7] : 24 =$$

$$= \left[-10\frac{167}{2.9.11.36} - 8\frac{43}{5.7.9.9} - 6\frac{7}{5.9.11}\right] : 24 =$$

$$= -\frac{10.167.5.7 - 8.43.11.8 - 6.7.7.8.9}{24.5.7.11.81} =$$

$$= -109890 : [24.5.7.11.81] = -\frac{37}{2016}.$$

14. Vervolgens zij het spel *Krabs* te onderzoeken, dat met drie dobbelsteenen wordt gespeeld. Noem weder A den bankier, hier den *houder*, d. i. die den koker houdt; en B den tegenspeler, hier den *bediener*, dat is, die telkens de dobbelsteenen na den worp weder in den koker werpt. Bij dit spel gelden nu de volgende regels.

a. Eerst werpt A om *de kans van* B *te leveren;* daarvoor kunnen gelden de oogen 8, 9, 10, 11, 12 of 13; andere worpen gelden hier niet.

b. Is dus de kans van B geleverd, dan moet de houder *zich dekken*, door voor zich zelven een worp te doen. Is dit aantal oogen hetzelfde als de kans voor den bediener, bij **a** verkregen, dan maakt de houder een *herhaling*, en wint.

Tegenover deze mogelijkheid van winst, moet echter ook eene mogelijkheid van verlies staan, en daartoe dienen de *krabs*, dat zijn de worpen 3, 4, 5, 6 en 15, 16, 17, 18.

Maar deze krabs worden in de verschillende gevallen van de kans des bedieners verschillend toebedeeld.

c. Is nu als kans van den bediener geleverd 10 of 11, zoo wint de *houder* bij den worp **b**, als hij 10 of 11 (als herhaling) of wel 15 werpt; hij verliest bij de krabs 3, 4, 5, 6, 16, 17, 18.

d. Was als kans van den bediener 9 of 12 gevonden, zoo wint de houder, als hij zich bij den worp **b** door de herhaling dier 9 of 12, of door 15 dekt; wanneer hij zich daarentegen dekt met de krabs 3, 4, 5, 6, 16, 17, 18, zoo verliest hij.

e. Indien voor de kans van den bediener de oogen 8 of 13 zijn geleverd, wint de houder, als hij zich met eene herhaling

of met 16 oogen dekt; hij verliest echter, wanneer hij zich dekt met de krabs 3, 4, 5, 6, 15, 17, 18.

f. Bij het werpen van ieder ander aantal oogen, wordt dit de kans van den houder. Omdat er nu, na aftrekking der krabs nog overblijven de oogen 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, kan de houder zich dekken met twee kansen meer dan de bediener, namelijk 7 en 14.

Bij de volgende worpen gelden er geene herhalingen of krabs meer.

g. Nu wint of verliest de houder, naarmate hij zijn eigen kans of de kans van den bediener het eerst werpt.

15. Wij hebben nu te onderzoeken, hoe groot de waarschijnlijkheid op winst voor den houder A is, wanneer hij voor de kans van den bediener B een der volgende oogen 8, 9, 10, 11, 12 of 13 heeft geleverd.

Beginnen wij met 10, als geleverde kans voor B.

Men weet nu eerst de gevallen waarin A wint of verliest, naar **c.**

Vervolgens kan A zich nog dekken door

$$x = 7,\ 8,\ 9,\ 11,\ 12,\ 13 \text{ of } 14$$
$$\text{met } a = 15,\ 21,\ 25,\ 27,\ 25,\ 21 \text{ of } 15 \text{ gevallen.}$$

Bij den tweeden worp zijn er dus a gevallen van winst tegen 27 gevallen van verlies voor de oogen 10; bij de overige $216 - (a + 27) = 189 - a$ gevallen, moet er dus een derde worp komen; de waarschijnlijkheid van dien derden worp is derhalve

$$\frac{189 - a}{216}.$$

Bij dien derden, en alle volgende worpen, — hun aantal is geheel onbepaald, en kan oneindig groot worden, — is nu telkens weder de gevallen van winst $a - 27$, en de gevallen van een volgenden worp $189 - a$.

Ten einde dus de geheele hoop op winst na den tweeden worp te vinden, heeft men

$$(a-27)\left\{1+\frac{189-a}{216}+\left(\frac{189-a}{216}\right)^2+\left(\frac{189-a}{216}\right)^3+\ldots\right\}=$$

$$=(a-27)\frac{1}{1-\frac{189-a}{216}}=(a-27)\frac{216}{216-(189-a)}=$$

$$=(a-27)\frac{216}{27+a}=216\frac{a-27}{a+27}.$$

De wiskundige hoop op winst vóór den tweeden worp vindt men door de vorige te vermenigvuldigen met de waarschijnlijkheid om bij dien tweeden worp juist de x te werpen; dat is met $\frac{a}{216}$; zij wordt dus

$$216\,\frac{a-27}{a+27}\,\frac{a}{216}=a\,\frac{a-27}{a+27}.$$

Volgens deze redeneringen kan men nu de volgende berekekeningen opmaken.

Als A zich dekt met

3, dan is er in		1 geval verlies;
4, dan is er in		3 gevallen verlies;
5, dan is er in		6 gevallen verlies;
6, dan is er in		10 gevallen verlies;
10, dan is er in	27 gevallen winst;	
15, dan is er in	10 gevallen winst;	
16, dan is er in		6 gevallen verlies;
17, dan is er in		3 gevallen verlies;
18, dan is er in		1 geval verlies;

en daarna blijven er over

Worpen. Gevallen.	2de Worp. Winst.	Gevallen van 3en worp.	Geheele hoop op winst na 2en worp.	Waarschijnlijkheid bij 1en worp.	Geheele hoop op winst vóór 2en worp.
7 met 15	15—27 = —12	216—(15+27) = 174	$-12.\frac{216}{216-174} = -12.\frac{216}{42} = -61\frac{5}{7}$	× 15	$= -925\frac{5}{7}$
8 met 21	21—27 = — 6	216—(21+27) = 168	$-6.\frac{216}{216-168} = -6.\frac{216}{48} = -27$	× 21	= —567
9 met 25	25—27 = — 2	216—(25+27) = 164	$-2.\frac{216}{216-164} = -2.\frac{216}{52} = -8\frac{4}{13}$	× 25	$= -207\frac{9}{13}$
11 met 27	27—21 = — 0	216—(27+27) = 162	$0\ \frac{216}{216-162} = \quad = 0$	× 27	= 0
12 met 25	25—27 = — 2	216—(25+27) = 164	$-2.\frac{216}{216-164} = -2.\frac{216}{52} = -8\frac{4}{13}$	× 25	$= -207\frac{9}{13}$
13 met 21	21—27 = — 6	216—(21+27) = 168	$-6.\frac{216}{216-168} = -6\ \frac{216}{48} = -27$	× 21	= —567
14 met 15	15—27 = —12	216—(15+27) = 174	$-12.\frac{216}{216-174} = -12.\frac{216}{42} = -61\frac{5}{7}$	× 15	$= -925\frac{5}{7}$
149			waarvan de som is		$-3400\frac{74}{91}$;

derhalve is de geheele winst

$$(27+10)-(1+3+6+10+6+3+1)-3400\frac{74}{91}:216=-8\frac{271}{364};$$

en derhalve de wiskundige hoop op winst bij den eersten worp

$$w_{10}=-8\frac{271}{364}:216=-\frac{1061}{26208}=w_{11}.$$

Wanneer toch de voor B geleverde kans was 11 in plaats van 10, dan zoude men hier overal de oogen 10 en 11 moeten verwisselen; dit zoude echter in het aantal gevallen geenerlei veranderingen brengen, en dus zoude de einduitkomst dezelfde zijn gebleven; derhalve is $w_{11}=w_{10}$.

16. Wanneer echter de geleverde kans voor den bediener is 9, dan blijven de vorige redeneeringen wel gelden, maar de getallen zijn andere. Dan heeft men toch met de voorwaarde **d** te doen, die ons hier het volgende geeft.

Als A zich dekt met

3, dan is er in		1 geval verlies;
4, dan is er in		3 gevallen verlies;
5, dan is er in		6 gevallen verlies;
6, dan is er in		10 gevallen verlies;
9, dan is er in	25 gevallen winst;	
15, dan is er in	10 gevallen winst;	
16, dan is er in		6 gevallen verlies;
17, dan is er in		3 gevallen verlies;
18, dan is er in		1 geval verlies;

en daarna blijven er over

Worpen. Gevallen.	2de Worp. Winst.	Gevallen van 3en worp.	Geheele hoop op winst na 2en worp.	Waarschijnlijkheid bij 1en worp.	Geheele hoop op winst vóór 2en worp.
7 met 15	15—25 = —10	216—(15+25) = 176	$+10.\frac{216}{216-176} = -10.\frac{216}{40} = -54$	× 15	= —810
8 met 21	21—25 = — 4	216—(21+25) = 170	$-4.\frac{216}{216-170} = -4.\frac{216}{46} = -18\frac{18}{23}$	× 21	$= -394\frac{10}{23}$
10 met 27	27—25 = + 2	216—(27+25) = 164	$+2.\frac{216}{216-164} = +2.\frac{216}{52} = +8\frac{4}{13}$	× 27	$= +224\frac{4}{13}$
11 met 27	27—25 = + 2	216—(27+25) = 164	$+2.\frac{216}{216-164} = +2.\frac{216}{52} = +8\frac{4}{13}$	× 27	$= +224\frac{4}{13}$
12 met 25	25—25 = 0	216—(25+25) = 166	$+0\ \frac{216}{216-166} = \qquad = 0$	× 25	= 0
13 met 21	21—25 = — 4	216—(21+25) = 170	$-4.\frac{216}{216-170} = -4.\frac{216}{46} = -18\frac{18}{13}$	× 21	$= -394\frac{10}{23}$
14 met 15	15—25 = —10	216—(15+25) = 176	$-10.\frac{216}{216-176} = -10.\frac{216}{40} = -54$	× 15	= —810
151			waarvan de som is		$-1960\frac{76}{299}$;

zoodat nu de geheele winst is

$$(25+10)-(1+3+6+10+6+3+1)-1960.\frac{76}{299}:216=-4\frac{45}{598}.$$

Dientengevolge is hier de wiskundige hoop op winst bij den eersten worp

$$w_9=-4\frac{45}{598}:216=-\frac{2437}{129168}=w_{12}.$$

Want ingeval de kans 12 voor B geleverd was, in plaats van 9, dan zoude in het aantal gevallen geene verandering komen; zoodat de einduitkomst tevens dezelfde wordt, dat is $w_{12}=w_9$.

17. Eindelijk kan nog de kans 8 voor B worden geleverd, dat weder invloed heeft niet op de redeneeringen van § 15, maar wel op de aldaar voorkomende aantallen gevallen. Daarenboven gelden hier dan de voorwaarden **e**.

Vooreerst kan de houder zich dekken met de oogen

3, dan is er in		1 geval verlies;
4, dan is er in		3 gevallen verlies;
5, dan is er in		6 gevallen verlies;
6, dan is er in		10 gevallen verlies;
8, dan is er in	21 gevallen winst;	
15, dan is er in		10 gevallen verlies;
16, dan is er in	6 gevallen winst;	
17, dan is er in		3 gevallen verlies;
18, dan is er in		1 geval verlies.

Daarenboven blijven er nog over

Worpen. Gevallen.	2de Worp. Winst.	Gevallen van 3en worp.	Geheele hoop op winst na 2en worp.	Waarschijnlijkheid bij 1en worp.	Geheele hoop op winst vóór 2en worp.
7 met 15	$15-21=-6$	$216-(15+21)=180$	$-6.\frac{216}{216-180}=-6.\frac{216}{36}=-36$	$\times 15$	$=-540$
9 met 25	$25-21=+4$	$216-(25+21)=170$	$+4.\frac{216}{216-170}=+4.\frac{216}{46}=+18\frac{18}{23}$	$\times 25$	$=+469\frac{13}{23}$
10 met 27	$27-21=+6$	$216-(27+21)=168$	$+6.\frac{216}{216-168}=+6.\frac{216}{48}=+27$	$\times 27$	$=+729$
11 met 27	$27-21=+6$	$216-(27+21)=168$	$+6.\frac{216}{216-168}=+6.\frac{216}{48}=+27$	$\times 27$	$=+729$
12 met 25	$25-21=+4$	$216-(25+21)=170$	$+4.\frac{216}{216-170}=+4.\frac{216}{46}=+18\frac{18}{23}$	$\times 25$	$=+469\frac{13}{23}$
13 met 21	$21-21=\ 0$	$216-(21+21)=174$	$0.\frac{216}{216-174}= \quad = 0$	$\times 21$	$=\ 0$
14 met 15	$15-21=-6$	$216-(15+21)=180$	$-6.\frac{216}{216-180}=-6.\frac{216}{36}=-36$	$\times 15$	$=-540$
155			waarvan de som is		$+1317\frac{3}{23}$.

Daarmede wordt nu de geheele winst

$$(21+6)-(1+3+6+10+10+3+1)+1317\frac{3}{23}:216=-\frac{83}{92};$$

en derhalve de wiskundige hoop op winst bij den eersten worp, omdat hier voor de kans 13 dezelfde getallen komen, en dientengevolge ook dezelfde uitkomst;

$$w_8 = w_{13} = -\frac{83}{92}:216 = -\frac{83}{19872}.$$

18. Wil men eindelijk de wiskundige hoop op winst van den houder A, — die, zoo als men gezien heeft, altijd negatief is — berekenen, voor dat de kans van den bediener B geleverd is; zoo bedenke men, dat het aantal gevallen voor de $w_{10}=w_{11}$, $w_9=w_{12}$, $w_8=w_{13}$ overeenkomstig 27, 25 en 21 bedraagt, dat is te samen 146 gevallen.

De overige 70 gevallen, dat men 3, 4, 5, 6, 7, 14, 15, 16, 17, 18, werpt, komen bij den regel a niet in aanmerking.

Men vindt alzoo

$$W=[27(w_{10}+w_{11})+25(w_9+w_{12})+21(w_8+w_{13})]:146=$$

$$=\left[-54.\frac{1061}{7.13.4.72}-50\frac{2437}{13.23.2.216}-42\frac{83}{23.4.216}\right]:146=$$

$$=-\frac{54.1061.23.3-50.2437.7.2-42.83.7.13}{146.7.13.23.4.216}=$$

$$=-5976412:[146.7.13.23.4.216]=-\frac{4997}{146.7.216}=$$

$$=-\frac{4997}{220752}.$$

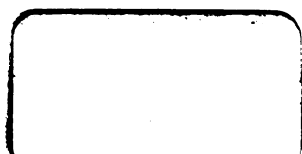
E R R A T A.

Versl. en Meded. Kon. Akad. van Wet., Afd. Nat., 2e Reeks, Deel X.

(v. d. Berg, Geodetische lijn, enz.)

Blz.	13 r. 12 v. b.	*staat:*	snijden.	*lees:*	kruisen.
"	15 " 8 v. o.	"	de afwijking.	"	de onderlinge afwijking.
"	25 " 6 v. b.	"	$3(su' + uv)$.	"	$(rv' + 3su' + 3uv)$.
"	25 " 10 v. b. / 25 " 12 v. b.	"	$(2su' + 7uv + 10rv')$.	*lees:*	$(9rv' + 2su' + 7uv)$.
"	26 " 2 v. b.	"	$3(su' + uv)$.	*lees:*	$(rv' + 3su' + 3uv)$.
"	29 " 5, 10 en 19 v. b.	*staat:*	a.	"	α.
"	40 " 4 v. o.	*staat:*	$\sin$.	"	$\sin . \alpha$.
"	43 " 4 v. o.	"	ψh.	"	$h \psi$.






Widener Library
3 2044 092 715 184